

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNEE 1920-1921

N° 105

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DU DÉPLACEMENT DES OMBRES

APPLICATIONS

A

L'EXAMEN RADIOSCOPIQUE DES GRANDS BLESSÉS

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Mercredi 13 Juillet 1921

PAR

Marie-Maurice TOURVIEILLE DE LABROUHE

CROIX DE GUERRE

Né à Bègles (Gironde), le 17 janvier 1890.

Examineurs de la Thèse	{	MM. BERGONIE, professeur.....	<i>Président.</i>
		VERGER, professeur.....	<i>Juges.</i>
		LEURET, agrégé.....	
		RÉCHOU, agrégé.....	

BORDEAUX

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS

Y. CADORET

47, RUE POUQUÉLIN-MOLIERE, 47

1921

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1920-1921

N° 105

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DU DÉPLACEMENT DES OMBRES

APPLICATIONS

A

L'EXAMEN RADIOSCOPIQUE DES GRANDS BLESSÉS

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Mercredi 13 Juillet 1921

PAR

Marie-Maurice TOURVIELLE DE LABROUHE

CROIX DE GUERRE

Né à Bègles (Gironde), le 17 janvier 1890.

Examinateurs de la Thèse

{	MM. BERGONIÉ, professeur.....	Président.
	VERGER, professeur.....	{ Juges.
	LEURET, agrégé.....	
	RÉCHOU, agrégé.....	

BORDEAUX

IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS

Y. CADORET

17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1921



FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

MM. LANEI LONGUE, BADAL, JOLYET, PITRES, GUILLAUD,
Professeurs honoraires.

PROFESSEURS :

MM.			MM.
Clinique interne.....	ARNOZAN.	Pharmacie.....	DUPOUY.
Clinique externe.....	CASSAET.	Zoologie et parasitologie...	MANDOUL.
Pathologie et thérapeu- tique générales.....	CHAVANNAZ.	Médecine expérimentale...	FERRÉ.
Clinique d'accouchem ^{ts} .	VILLAR.	Clinique ophtalmologique...	LAGRANGE.
Anatomie pathologique.	CRUCHET.	Clinique chirurgicale infan- tile et orthopédie.....	DENUCÉ.
Anatomie.....	RIVIÈRE.	Clinique gynécologique....	BÉGOUIN.
Anatomie générale et histologie.....	SABRAZÈS.	Clinique médicale des mala- dies des enfants.....	MOUSSOUS.
Physiologie.....	PICQUÉ (chargé).	Chimie biologique.....	DENIGES.
Hygiène.....	G. DUBREUIL.	Physique pharmaceutique..	SIGALAS.
Médecine légale.....	PACHON.	Pathologie exotique.....	LE DANTEC.
Physique biologique et clinique d'électricité médicale.....	AUCHÉ.	Clinique des maladies cuta- nées et syphilitiques....	W. DUBREUILH.
Chimie.....	VERGER.	Clinique des maladies des voies urinaires.....	POUSSON.
Botanique et matière mé- dicale.....	BERGONIE.	Clinique psychiatrique....	ABADIE.
	CHELLE.	Clinique d'oto-rhino-laryn- gologie.....	MOURE.
	BEILLE.	Toxicologie.....	BARTHE.

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

MM.			MM.
Anatomie.....	PRINCETEAU.		MAURIAC.
Anatomie et embryolo- gie.....	PICQUÉ.		LEURET.
Histologie.....	N.	Médecine générale.....	DUPERIE.
Physiologie.....	LACOSTE (chargé).		N.
Anatomie pathologique.	DELAUNAY.	Médecine légale.....	CREYX.
Parasitologie et sciences naturelles.....	MURATET.	Maladies mentales.....	LANDE.
Physique biologique mé- dicale.....	R. SIGALAS (chargé).		PERRENS.
Chimie biologique mé- dicale.....	N.	Chirurgie générale.....	GUYOT.
Médecine générale.....	RÉCHOU.		ROCHER.
	N.	Obstétrique.....	DUVERGEY.
	PETGES.	Ophtalmologie.....	PAPIN.
	J. CARLES.	Pharmacie.....	PÉRY.
			FAUGÈRE.
			TEULIERES.
			LABAT.

CHARGÉS DE COURS :

Cours de Clinique dentaire.....	MM.	CAVALIÉ.
Cours complémentaire de Thérapeutique et Pharmacologie.....		CARLES.
Cours complémentaire de Médecine opératoire.....		VENOT.
Cours complémentaire d'Accouchements.....		FAUGÈRE.
Cours complémentaire d'Ophtalmologie.....		CABANNES.
Cours complémentaire de Climatologie et Hydrologie médicale....		SELLIER.
Cours complémentaire d'Hygiène appliquée.....		N.
Cours complémentaire d'Analyse chimique qualitative et quantitative.		N.
Cours complémentaire de Démonstrations et Préparations pharmaceut.		LABAT.
Cours complémentaire de Microbiologie.....		N.
Cours complémentaire de Puériculture.....		ANDÉRODIAS.
Cours complémentaire de Vénérologie.....		PETGES.
Cours complémentaire de Pathologie interne.....		MAURIAC.
Cours complémentaire de Pathologie externe.....		GUYOT.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE
DE MES DEUX FRÈRES ET DE MON BEAU-FRÈRE
MORTS POUR LA FRANCE

A MA FEMME — A MON FILS

A MON PÈRE ET A MA MÈRE — A MES BEAUX-PARENTS

Témoignage de reconnaissance et d'affection.

A MON FRÈRE PIERRE

En souvenir des nombreuses années passées
côte à côte dans le même travail et en témoi-
gnage de ma très profonde affection.

A MES SOEURS, BELLES-SOEURS ET BEAU-FRÈRE

A MES PARENTS — A MES AMIS

A MES MAÎTRES

DANS LES HÔPITAUX ET A LA FACULTÉ

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ VENOT

*Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Chirurgien des Hôpitaux,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR G. CHAVANNAZ

*Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Chirurgien des Hôpitaux,
Membre correspondant de la Société de chirurgie de Paris,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR C. SIGALAS

*Doyen de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Correspondant national de l'Académie de Médecine,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

Hommage de respectueuse reconnaissance.

A mon Président de Thèse,

MONSIEUR LE PROFESSEUR J. BERGONIÉ

*Professeur de Physique biologique et de Clinique d'Électricité médicale
à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux,
Membre correspondant de l'Académie de Médecine,
Correspondant de l'Institut,
Officier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

Hommage respectueux et témoignage de gratitude pour l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence de cette thèse.

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE DU DÉPLACEMENT DES OMBRES

APPLICATIONS

A

L'EXAMEN RADIOSCOPIQUE DES GRANDS BLESSÉS

INTRODUCTION

Au moment de présenter la thèse qui consacre nos études, notre pensée se reporte à l'époque, déjà lointaine, où nous les avons commencées.

Les obligations militaires et la grande guerre, en nous tenant éloigné des centres d'enseignement pendant plus de six années, ont interrompu ces études au moment où, sous la bienveillante et paternelle direction de nos maîtres, nous commençons à en comprendre tout l'attrait et l'intérêt. Loin d'eux et subitement livré à nous-même, nous nous rappelâmes alors leurs leçons et leurs méthodes, et nous avons tâché d'appliquer et de mettre à profit l'esprit d'observation que nos maîtres avaient su développer en nous.

T. de L.

Dans ce travail sur *L'étude générale du déplacement des ombres, appliquée à l'examen radioscopique des grands blessés*, nous avons voulu montrer, en effet, comment, par pure réflexion et par la simple observation attentive du déplacement des ombres en général, le radiologiste peut, comme nous l'avons fait nous-même, sans aucun appareil ou outillage spécial, apporter au chirurgien avec lequel il collabore les renseignements nécessaires et suffisants, tant sur la localisation anatomique que sur la profondeur centimétrique des projectiles.

Il convient d'ajouter que ce sera surtout dans la zone de l'avant que l'application de cette méthode trouvera toute son utilité et conservera tous ses avantages, car elle répond, aussi parfaitement que possible, aux exigences créées par les conditions dans lesquelles les formations sanitaires de l'avant ont été appelées si souvent à opérer, exigences dont les principales peuvent se formuler ainsi :

1° Aller vite ;

2° Examiner le plus souvent des blessés qui, par la gravité de leurs blessures, ne peuvent être mobilisés, ce qui met le radiologiste dans la nécessité de pratiquer *son examen en se basant uniquement sur la vue de face* ;

3° Donner au chirurgien des indications qui, sans être d'une exactitude absolue, doivent être néanmoins suffisamment précises sur le nombre, le volume, le siège, la profondeur relative et la situation anatomique des projectiles ou des fragments osseux ;

4° Enfin, guider l'opérateur au cours de l'extraction et lui confirmer qu'il est dans la bonne voie.

A l'arrière, où les postes radiologiques bénéficient d'installations plus complètes, où le travail est plus régulier et où on dispose de plus de temps à consacrer à chaque malade, cette méthode d'examen pourra céder le pas à un certain nombre d'autres, plus précises qu'elle ; mais cependant elle ne perdra nullement de son intérêt, car *par ses applications générales elle reste susceptible de rendre de grands services au cours de tout examen radiologique et dans la pratique courante de l'après-guerre*.

CHAPITRE PREMIER

Aperçu historique.

Dès la découverte des rayons X (décembre 1895), on essaya de les appliquer à la recherche, puis à la localisation des projectiles (1). « Déjà en mars 1896, Buguet et Gascard (2) offraient une première technique de localisation; et en juin de la même année, Brissaud et Londe appliquaient la prise de deux clichés à angle droit à la recherche d'un projectile intracranien. Un an plus tard, en mars 1897, Rémy inaugurait en France l'ère des instrumentations de précision. » Infroit a également réalisé un appareil d'une très grande précision, qui a donné jusqu'ici, entre ses mains, d'excellents résultats; malheureusement, cet appareil étant très compliqué et encombrant, son usage ne s'est pas répandu.

« En Angleterre, dès janvier 1897, Mackenzie-Davidson et Hedley (3) étudiaient, pour en présenter en 1898 le premier modèle, leur appareil de localisation à croisée de fils; cet appareil, devenu classique dans le Royaume Uni, présente une précision réelle et a donné naissance, par la suite, à de nombreuses applications dont le repéreur de Marion-Danion. »

En août 1898, Leduc, rompant brusquement avec la localisation par la méthode radiographique, publiait son travail sur

(1) Ombredanne et Lédoux-Lebard, *Localisation et extraction des projectiles*, 1918.

(2) Buguet et Gascard, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1896.

(3) Mackenzie-Davidson, *A method of precise localisation and measurement by mean of the Röntgen rays* (*Lancet*, octobre 1898).

La détermination rapide et précise des corps vus dans les tissus à l'aide de la radioscopie, ouvrant ainsi la voie à la localisation par les méthodes radioscopiques. Cependant, il semble rester isolé, les autres essais de localisation qui suivront étant presque tous basés sur des méthodes radiographiques.

« En 1899-1900, Massiot imaginait son compas. Guilloz, Londe, Mergier, etc., indiquaient de nouvelles techniques, et les publications allaient se multipliant d'année en année. Nous signalerons seulement, comme méritant une mention particulière, les communications de Aubourg, Bécclère, Belot, Delherm, Guillemot, Albert-Weil; les travaux importants de Haret et de Tuffier (1), ainsi que de Mazérès, enfin la multiplication, dans les années qui ont précédé la guerre, des compas tels que celui de Hirtz. »

Quoi qu'il en soit, en août 1914, au moment de la déclaration de guerre, *il n'y avait pas de méthode radioscopique pratique et précise vulgarisée*, les procédés radiographiques jouissant d'une énorme priorité. Aussi, parmi les médecins radiologistes, beaucoup se trouvèrent-ils assez embarrassés, ne pouvant juger que par vues face et profil, ce qui est souvent impossible, notamment dans les cas de grands blessés non mobilisables : fractures multiples, larges plaies, grands broiements, etc. Voilà pourquoi un certain nombre d'entre eux se livrèrent aussitôt à des recherches en faveur des méthodes radioscopiques, dont la priorité sur les méthodes radiographiques dans les formations de l'avant avait éclaté aux yeux de tous dès les premières rencontres en Belgique : « Si le radiologiste à l'arrière, écrivait Haret (*Presse médicale* du 24 décembre 1914), peut se payer le luxe d'instruments variés, délicats et nécessitant de longues manipulations, il en est tout autrement dans la zone de l'avant. Nous fonctionnons, depuis trois mois, avec un camion radiologique Gaiffe; nous sommes dans des régions parfois complètement dévastées et où on est réduit à se suffire à soi-même, où,

(1) Tuffier et Haret, 1905, cités par Delherm et Rousset, *Le repérage des projectiles*, 1918.

par conséquent, il faut utiliser un matériel peu susceptible de se dérégler (les réparations étant impossibles) et où surtout on doit faire vite et bien, donner le renseignement rapidement et aussi sûrement que possible, les chirurgiens ayant une besogne énorme et peu de temps à perdre en recherches infructueuses ; là donc, même en radioscopie, il faut des moyens simples adaptés aux circonstances, etc., etc... »

Ce fut le signal de la découverte d'un grand nombre de méthodes de localisation, dont la publication alla toujours croissant jusqu'à la fin de la guerre.

Mais tous ces procédés, qui ont d'ailleurs chacun leur plus ou moins grande valeur, ne sont, en réalité, pour la plupart, que des variantes personnelles de deux grandes méthodes : la méthode des deux axes perpendiculaires et la méthode du déplacement des ombres. C'est cette dernière qui, sous l'impulsion de Haret (1) et de Jaugeas (2) (fin décembre 1914), a rallié autour d'elle l'immense majorité des radiologistes. Les uns (3), comme Haret, Jaugeas, Charlier, Keating-Hart, Aubourg, Londe, Allaire, Mary-Mercier, Mazérès, Le Faguays, Delherm et Laborde, Viallet et Dauvillers, Dessane, Bellonne, Guilleminot, Deverre, Desplats et Paucot, etc., ont recours à un graphique ou une règle graduée, qui donne directement la distance du projectile à l'écran.

Les autres, comme Strohl, Louprier, Roussel, Gargam de Moncetz, Guyenot, etc., emploient des procédés où la distance entre les deux ombres du projectile est dans un rapport simple avec sa distance à l'écran.

Un troisième groupe, avec Hirtz-Gallot, Aimé, Massiot, etc., substitue au projectile un corps opaque et mesure ensuite la distance qui sépare ce dernier de l'écran.

D'autres enfin utilisent des procédés divers, comme Le Faguays,

(1) Haret et Schlessinger, *Un dispositif très simple pour la localisation des projectiles en radioscopie* (*Presse médicale*, 24 décembre 1914).

(2) Jaugeas, *Localisation précise des projectiles par la radioscopie* (*Presse médicale*, 24 décembre 1914).

(3) Delherm et Roussel, *Le repérage des projectiles*, 1918.

Grandgérard, Le Maréchal et Morin, Dausset, Baret et Andrault, Baese, Laplaze, etc., etc.

Devant une telle énumération de noms, énumération pourtant bien incomplète, on est tenté de dire, ou au moins de penser : « Autant de radiologistes, autant de procédés différents, quoique basés sur la même méthode ! »... Il faut reconnaître, en effet, à ce sujet que la monomanie de l'innovation fut poussée, pendant la guerre, à un très haut degré ; et on ne peut l'expliquer que par le désir très légitime que chacun a eu d'apporter sa petite pierre au perfectionnement des sciences radiologiques.

Pour en revenir à notre phrase de tout à l'heure, qui, en exagérant un peu, peut se traduire ainsi : « Autant de radiologistes, autant de procédés », nous avons cherché quelles pouvaient être les raisons de cet engouement toujours croissant pour des procédés nouveaux. A notre avis, cela fut dû à deux grandes raisons. La première : beaucoup de radiologistes de guerre, et par là nous entendons tous les radiologistes de formation récente qui, après quelques mois ou même quelques semaines de stage dans un centre, furent affectés aux postes radiologiques de l'avant, beaucoup de radiologistes de guerre, disons-nous, ont cru que leur rôle pouvait se borner, dans un cas de blessé, à chercher le projectile, le découvrir, le reconnaître et en indiquer au chirurgien la profondeur centimétrique ; et, dans un cas de fracture, à en indiquer le siège et le nombre de fragments.

La deuxième raison, qui est la conséquence naturelle et immédiate de la première, c'est que beaucoup de ces radiologistes, ne cherchant qu'à être fixés sur la profondeur millimétrique des projectiles, ont peu à peu perdu de vue le principe même de leur méthode et n'ont pas su, par suite, en tirer tous les avantages, puisqu'ils ne concevaient l'application de cette méthode que dans un seul et unique cas : la localisation centimétrique. Entre leurs mains, la méthode générale du déplacement des ombres est devenue un simple procédé particulier, cessant presque, par là même, d'être une méthode, puisque le propre d'une méthode est de servir de base à un grand nombre d'applications.

Ce sont ces nombreuses applications, ces applications de tous les instants, qui réellement font la valeur du radiologiste, car elles seules, en lui permettant de savoir interpréter tout déplacement d'ombres en général, pourront le familiariser, d'une façon complète, avec la radioscopie qui, en fait, n'est autre chose que « l'art de la lecture des ombres ».

CHAPITRE II

Description de l'étude du déplacement des ombres.

Expériences pratiques.

Lois générales qui en découlent.

Avant d'entreprendre l'énumération des nombreux avantages et des précieux renseignements que nous avons nous-même recueillis en appliquant fidèlement la méthode générale du déplacement des ombres, il importe de donner une rapide mais claire description de l'étude du déplacement des ombres en général, afin de voir quelles sont les lois générales qui en découlent.

Or, cette étude est la simplicité même, car il ne s'agit pas là d'une méthode mystérieuse et compliquée d'une foule de calculs; il ne s'agit pas davantage de propriétés spéciales et particulières aux rayons X, mais tout simplement de l'application des lois physiques des ombres des corps.

Les expériences suivantes, que nous avons réalisées à l'aide d'une simple bougie, feront comprendre ces lois : Faire le noir dans une salle et placer une bougie allumée à 50 ou 60 centimètres environ d'un mur (de tonalité claire), ou de tout autre plan vertical; intercaler entre le mur et la bougie un ou plusieurs corps opaques quelconques. Déplacer lentement la bougie *parallèlement au mur*, par un mouvement de va-et-vient d'une dizaine de centimètres environ; voir alors comment se comporte et se déplace l'ombre du corps sur le mur et *étudier les variations des déplacements d'ombres suivant la distance des corps opaques au mur*. Pour compléter même l'analogie avec l'installation radiologique, on peut substituer au mur une

feuille de papier blanc quelconque, et d'une minceur telle qu'elle laisse voir par transparence les ombres qui viennent la frapper, tout en interceptant le faisceau lumineux; on la fait tenir par un aide aussi verticalement que possible, ou on la tient soi-même, et on n'a plus qu'à examiner ce qui se passe derrière elle, comme on le ferait derrière un écran fluorescent. Nous avons alors réalisé le type de l'installation radiologique : le focus représenté par la bougie, le ou les projectiles simulés par le corps opaque, l'écran représenté par la feuille de papier et, derrière lui, nous, l'observateur.

Pour en revenir à notre premier dispositif, plus courant et plus simple, examinons donc ce qui se passe sur le mur quand nous déplaçons la source lumineuse, après avoir intercalé successivement 1, 2, 3, n corps opaques et avoir fait varier leur distance au mur.

Première expérience : il y a un seul corps opaque.

a) Le corps opaque est *tout près du foyer lumineux*; son ombre, considérablement agrandie (fig. 1), se *déplace fortement* en se déformant.

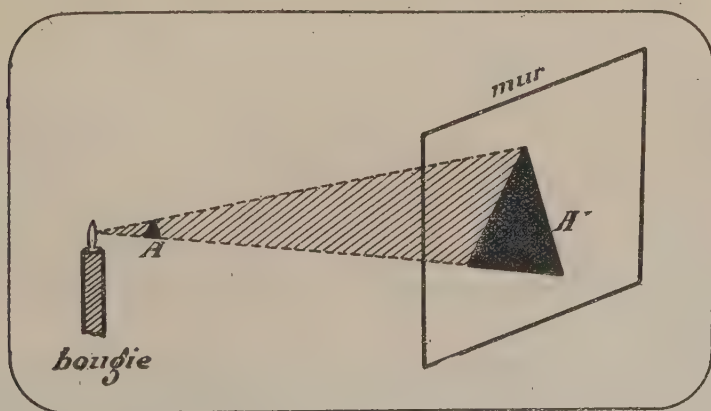


FIG. 1. — Agrandissement de l'ombre d'un corps situé près de la source lumineuse.

En se reportant à la figure 2-A, on voit combien le déplacement de l'ombre a a' ou a a'' est considérable par rapport au déplacement $F F'$ ou $F F''$ de la source lumineuse. (La nécessité d'avoir recours, pour bien montrer le déplacement des ombres, à des figures purement géométriques, nous empêche de montrer les déformations de l'ombre.)

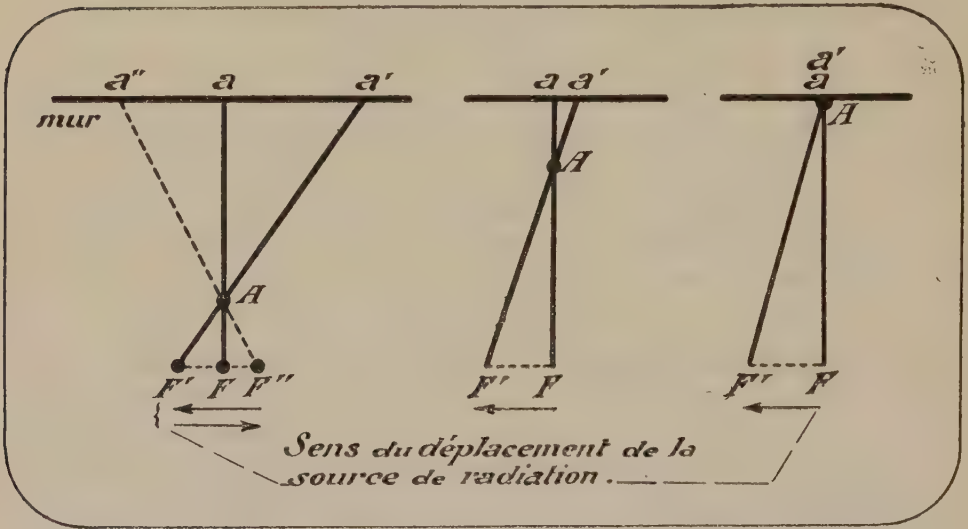


FIG. 2. — Variations du déplacement de l'ombre d'un corps.

A

Le corps étranger A est près de la lumière : son ombre se déplace fortement.

B

Le corps étranger A est loin de la lumière : son ombre subit un faible déplacement.

C

Le corps étranger A est au contact du mur : son ombre a ne subit aucun déplacement.

b) Le corps opaque est près du mur ; son ombre, à peine modifiée dans ses dimensions, subit un léger déplacement (fig. 2-B).

c) Le corps opaque est au contact du mur par une de ses extrémités ; l'ombre de celle-ci, non agrandie, ne subit aucun déplacement (fig. 2 C.). La seconde image a' du corps étranger se confondra avec la première a .

Nous reportant maintenant sur l'écran lui-même, représenté

par le carré ci-dessous et où nous figurons en pointillé la croisée de fils, afin de mieux faire saisir les déplacements des ombres,

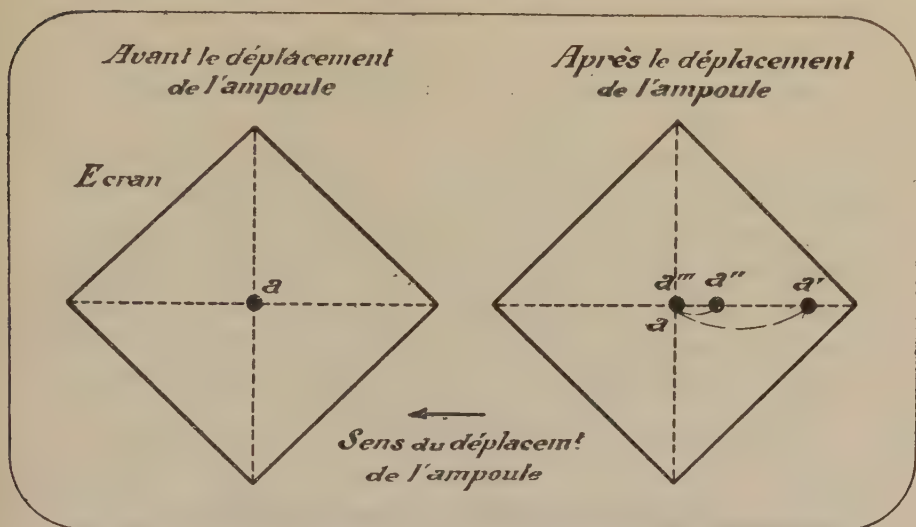


FIG. 3. — Vue sur l'écran.

A

a = ombre du corps opaque A sur l'écran avant le déplacement de l'ampoule.

B

aa' = déplacement de l'ombre a quand le corps A est profondément situé, c'est-à-dire près de la lumière.

aa'' = déplacement de l'ombre a quand le corps A est peu profond.

aa''' = déplacement de l'ombre a quand le corps A est tout à fait superficiel, c'est-à-dire au contact de l'écran.

nous constatons : 1° Que l'ombre a du corps étranger ira en a' , c'est-à-dire se déplacera beaucoup quand ce corps sera près de la lumière (fig. 3-B); 2° que l'ombre a ira en a'' , c'est-à-dire se déplacera peu quand le corps étranger sera loin de la lumière (fig. 3-B); 3° que l'ombre a ira en a''' , c'est-à-dire se superposera à elle-même, autrement dit ne subira aucun déplacement quand le corps étranger sera en contact avec la face inférieure de l'écran (fig. 3 B); 4° qu'enfin tous ces divers déplacements de l'ombre a , variables suivant la distance qui sépare le corps étranger de l'écran, s'effectuent dans un sens opposé au sens du

déplacement de la lumière. Comme le montre la figure 3-B, la lumière étant déplacée à gauche, les ombres du corps étranger se déplaceront vers la droite.

Deuxième expérience : il y a deux corps opaques.

Au lieu d'un seul corps opaque, mettons-en deux de forme différente pour mieux reconnaître leur ombre respective.

a) Plaçons-les dans deux plans verticaux différents, c'est-à-dire, par exemple, l'un A près du foyer lumineux, l'autre B près du mur. Les deux ombres a et b subiront des déplacements parallèles, mais (fig. 4-A) l'ombre de celui qui sera près de la lumière se déplacera plus que l'ombre de celui situé près du mur,

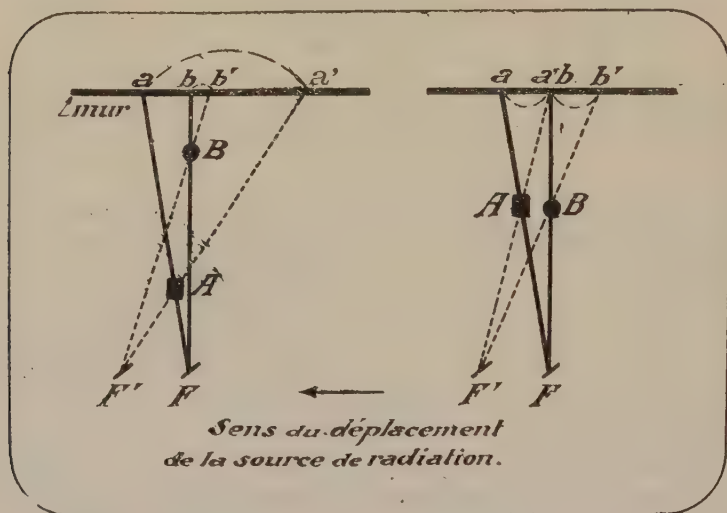


FIG. 4. — Variations du déplacement des ombres des deux corps suivant leur situation par rapport à la source de radiation.

A

L'ombre a se déplace plus que l'ombre b : $aa' > bb'$.

Donc le projectile A est plus près de la lumière, c'est-à-dire plus profond que le projectile B.

B

Les deux ombres a et b se déplacent d'une quantité égale : $aa' = bb'$.

Donc les projectiles A et B sont tous deux à une égale distance de la lumière, c'est-à-dire dans le même plan.

et d'autant plus qu'il sera plus près de la lumière : $a a' > b b'$ (fig. 4-A).

b) Rapprochons peu à peu les deux corps l'un de l'autre : la différence du déplacement parallèle de leurs ombres se réduira peu à peu jusqu'à ce que les *deux corps étrangers soient dans le même plan vertical* (fig. 4-B). A ce moment, on constatera que leurs ombres se déplacent d'une quantité égale et parallèle : $a a' = b b'$ (fig. 4-B).

c) Plaçons les deux corps étrangers dans deux plans verticaux différents, l'un près de la lumière, l'autre près du mur,

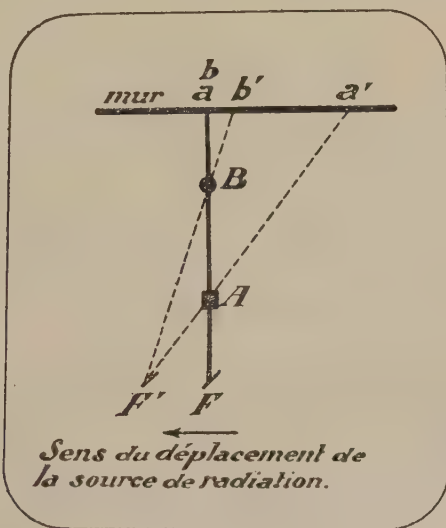
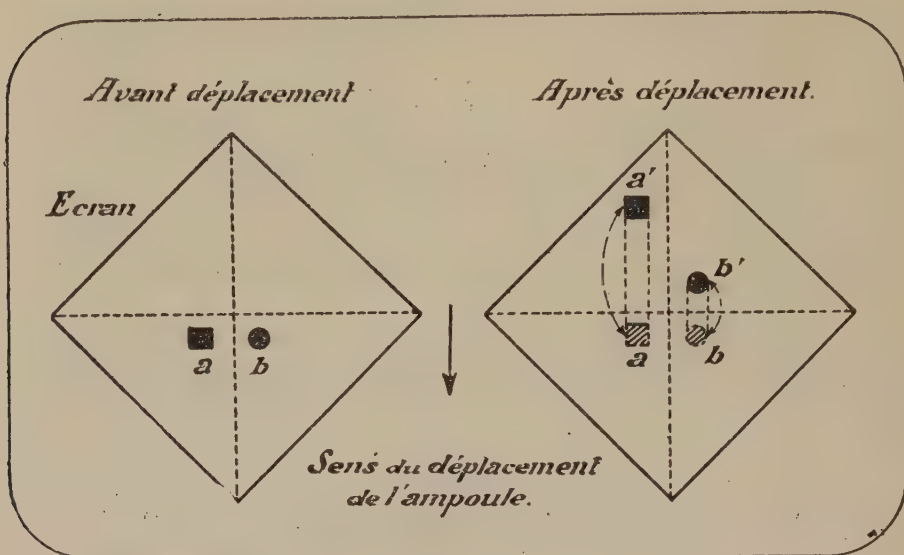


FIG. 5.

Les deux corps A et B se trouvent sur le même rayon horizontal de telle sorte que leurs ombres se confondent en une seule donnant ainsi l'illusion d'un projectile unique. — Le déplacement de la lumière révèle la dualité et l'inégale profondeur des projectiles.

mais *dans le même plan horizontal*, de telle façon que leurs deux ombres se confondent en une seule. Si la bougie reste immobile, on a l'illusion de n'avoir affaire qu'à un seul corps ; mais dès son premier mouvement de va et-vient, les *deux corps étrangers seront dissociés* (fig. 5), l'ombre de celui situé près de la lumière subissant des déplacements plus grands que

FIG. 6. — Variation du déplacement des ombres de deux corps vues sur l'écran.

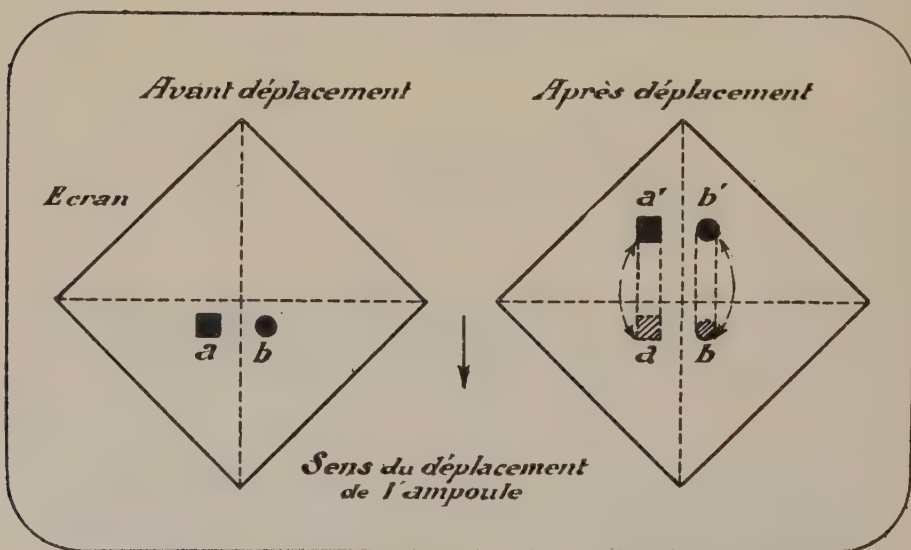


A

B

a et *b* : position des ombres des projectiles A et B avant le déplacement de l'ampoule.

L'ombre *a* se déplace plus que l'ombre *b* : $aa' > bb'$. Donc le projectile A est plus profond que le projectile B.



A

C

a et *b* : position des ombres des projectiles A et B avant le déplacement de l'ampoule.

Les deux ombres *a* et *b* se déplacent d'une quantité égale et parallèle : $aa' = bb'$. Donc les deux projectiles A et B sont à égale distance de la source lumineuse.

l'ombre du corps situé près du mur. *Le déplacement du foyer lumineux a donc révélé à la fois la dualité et l'inégale profondeur des corps étrangers.*

Reportons-nous sur l'écran, comme nous l'avons fait pour la première expérience, et étudions sur ce dernier les variations du déplacement des ombres, suivant que les deux corps opaques seront à une distance inégale ou égale de la source lumineuse.

Dans la figure 6-B, nous constatons que les ombres a et b se sont déplacées parallèlement, mais d'une quantité inégale; le déplacement le plus grand ayant été effectué par l'ombre a , puisque $a a' > b b'$, nous pouvons affirmer que le corps étranger A est plus près de la lumière, c'est-à-dire plus profondément situé que le corps B.

Dans la figure 6-C, au contraire, où les deux ombres se sont déplacées parallèlement et d'une quantité égale, puisque la distance $a a'$ égale la distance $b b'$, nous devons conclure que les deux corps étrangers A et B sont dans le même plan, c'est-à-dire à une égale distance de la source lumineuse.

De même, dans la figure 7-A, les deux corps étrangers se

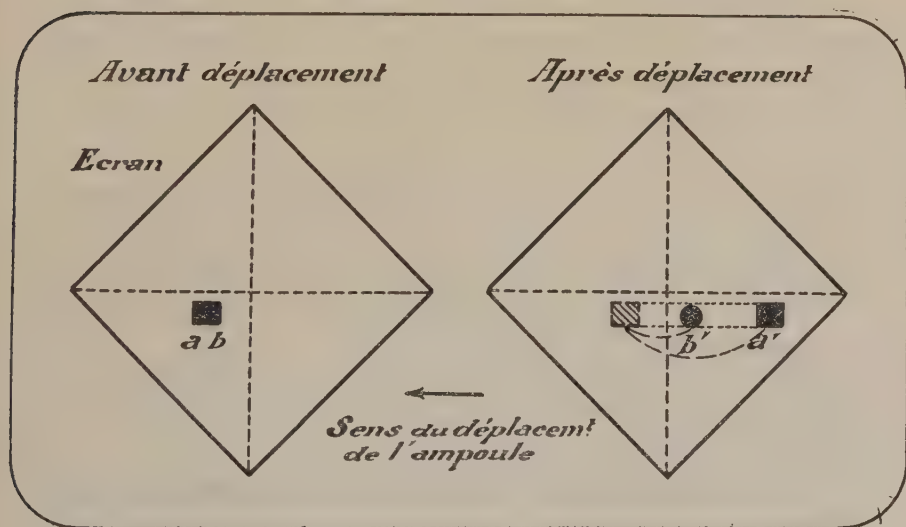


FIG. 7.

A

ab = ombre unique des deux projectiles
A et B avant le déplacement de l'ampoule.

B

Dissociation de l'ombre unique en deux
ombres $a'b'$ révélant l'existence de deux
projectiles et leur inégale profondeur.

trouvant dans le même plan horizontal, de telle sorte que leurs ombres viennent se confondre en une seule, on aura l'impression de n'avoir affaire qu'à un seul corps; mais en déplaçant la source lumineuse, il sera facile de dissocier (fig. 7-B) les deux corps étrangers et d'affirmer par suite que :

1° Il y a deux corps étrangers;

2° Celui qui a la forme carrée est plus près de la lumière, c'est-à-dire plus profond que le corps rond, puisque son ombre a' se déplace plus que l'ombre b' .

Enfin, comme dans la première expérience, nous constatons que les déplacements des ombres se font toujours dans un sens qui est opposé au sens du déplacement de la source lumineuse.

Troisième expérience : il y a trois corps opaques.

Si à ces deux corps étrangers nous en ajoutons un troisième, nous arriverons aux constatations suivantes :

a) Si chacun d'eux est dans un plan vertical différent, c'est-à-dire à une distance inégale de la source lumineuse, leurs ombres respectives *subiront des déplacements d'autant plus grands que le corps sera plus près du foyer lumineux*, c'est-à-dire plus profondément situé (fig. 8-A), $a' > b' > c'$;

b) Si deux d'entre eux sont dans le même plan vertical, leurs deux ombres se déplaceront également et parallèlement, mais d'une quantité moindre ou plus grande que l'ombre du troisième corps opaque, suivant que ce dernier sera plus rapproché ou plus éloigné qu'eux de la source lumineuse : $b' = c'$, mais $< a'$ (fig. 8-B);

c) Si, au contraire, les trois corps étrangers sont dans le même plan vertical, *leurs ombres subiront des déplacements égaux et parallèles* : $a' = b' = c'$ (fig. 8-C).

Reportons-nous maintenant sur l'écran, comme nous l'avons fait pour les expériences précédentes, et examinons comment les ombres se déplacent suivant que les trois corps étrangers sont ou ne sont pas dans le même plan, c'est-à-dire suivant

qu'ils sont également ou inégalement distants de la source lumineuse.

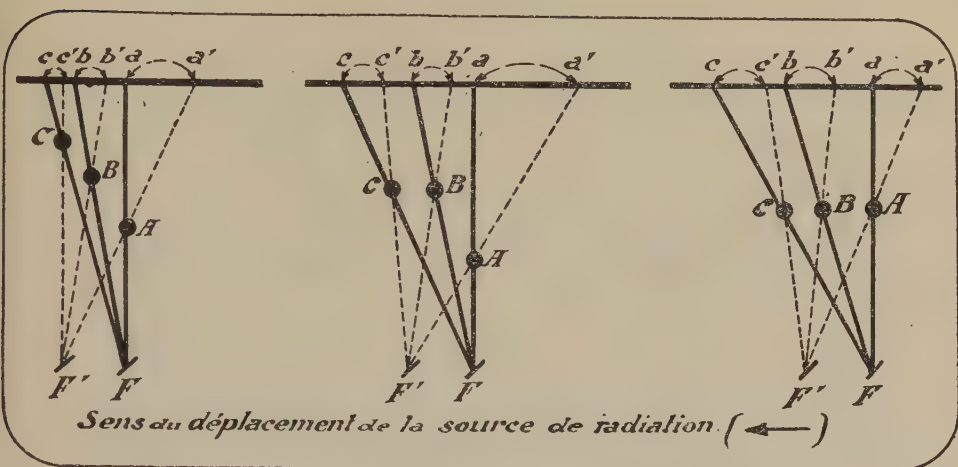


FIG. 8. — Variations du déplacement des ombres de trois corps suivant leur profondeur respective.

A

$$aa' > bb' > cc'$$

donc A plus profond que B
lui-même plus profond que
C.

B

$$aa' > bb' = cc'$$

donc : 1° les projectiles B et
C sont à une égale profon-
deur.
2° Le projectile A est plus
profond que les projectiles
B et C.

C

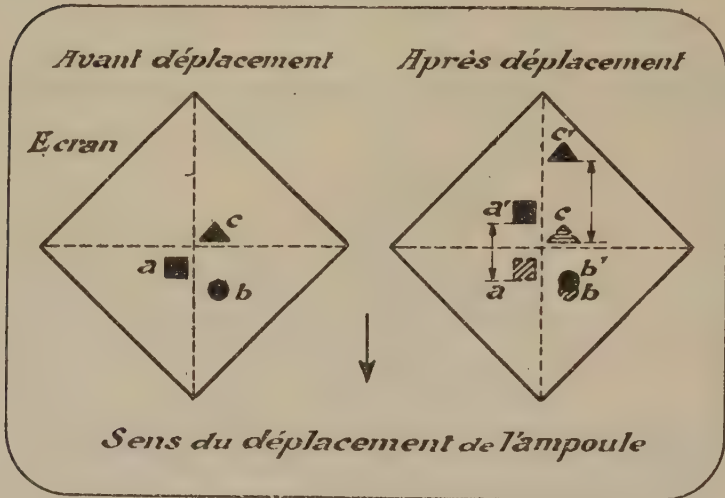
$$aa' = bb' = cc'$$

Les trois projectiles A, B, C
sont dans le même plan,
c'est-à-dire à une égale pro-
fondeur.

Dans la figure 9-B, on voit que les trois ombres se sont déplacées parallèlement, mais d'une quantité très inégale ; l'ombre *c* a subi un fort déplacement, l'ombre *a* s'est moyennement déplacée, alors que l'ombre *b* n'a presque pas bougé : ces constatations nous permettent donc d'affirmer que le corps étranger triangulaire est près de la lumière, c'est-à-dire très profond ; que le corps de forme carrée est moins profond que le triangulaire, tandis que le corps arrondi est très superficiel.

Dans la figure 9-C, on devra conclure que les corps étrangers A et B sont à une égale profondeur, puisque leurs ombres *a* et *b* se sont déplacées d'une quantité égale et parallèle, mais que ces deux corps sont moins profondément situés que le troi-

Fig. 9. — Variations du déplacement des ombres de trois corps vues sur l'écran.

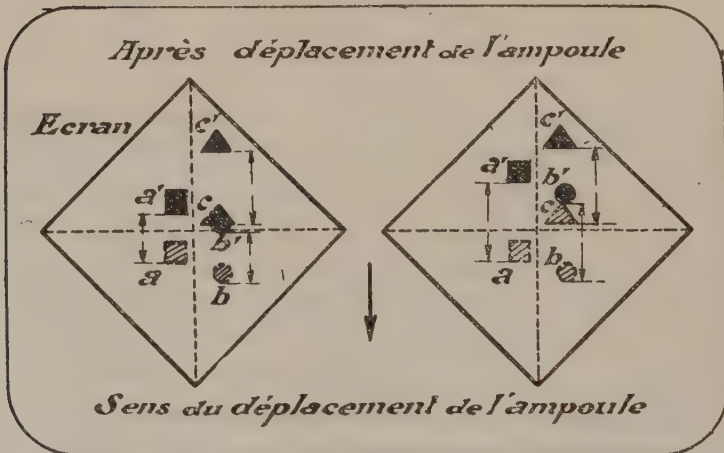


A

B

a, b, c : position des ombres des projectiles A, B, C avant le déplacement de l'ampoule.

Les trois projectiles sont dans des plans différents :
C est très profond ;
A est moyennement profond ;
B est superficiel.



C

D

Les deux projectiles A et B sont dans le même plan : $aa' = bb'$, mais sont moins profonds que C : $cc' > aa' = bb'$.

Les trois projectiles sont à une égale profondeur puisque le déplacement de leurs ombres est égal et parallèle : $aa' = bb' = cc'$.

sième C, puisque l'ombre de ce dernier a subi un plus grand déplacement :

$$a a' = b b' \text{ mais } < c c'.$$

Dans la figure 9-D, nous constatons que les trois ombres se sont déplacées, mais d'une quantité égale et parallèle, puisque, après le déplacement de la lumière, les rapports entre les ombres $a' b' c'$ sont exactement les mêmes que les rapports qui existaient avant le déplacement de la lumière (fig. 9-A) entre les mêmes ombres a, b, c . Nous en concluons que les trois corps étrangers sont dans le même plan, c'est-à-dire à une égale distance de la source lumineuse.

Enfin, comme dans les expériences précédentes, nous constatons que les ombres se déplacent toutes dans le même sens, qui est l'opposé du sens du déplacement de la lumière.

Quatrième expérience : il y a un nombre indéterminé de corps opaques.

Enfin, si au lieu de trois corps nous en avons quatre, cinq et plus, nous ferons les mêmes constatations suivant leur distance à la source lumineuse, autrement dit suivant leur profondeur respective (fig. 10). Les déplacements d'ombres, variables suivant la distance des corps étrangers au mur, seront peut-être un peu plus délicats à saisir, petite difficulté qu'on surmonte très bien avec un peu d'habitude et d'exercice.

Or, les faits que nous venons de décrire sont exactement ceux qui se passent dans toute radioscopie, quand, après le premier coup d'œil d'ensemble, on a le soin de mobiliser l'ampoule, comme nous venons de l'indiquer, dans un plan parallèle au plan de l'écran.

Dès lors, il est facile de tirer les conclusions, ou plutôt les lois générales qui découlent des expériences précédentes. Ces lois peuvent se formuler ainsi :

Première loi : « Plus l'ombre d'un corps se déplace, plus ce

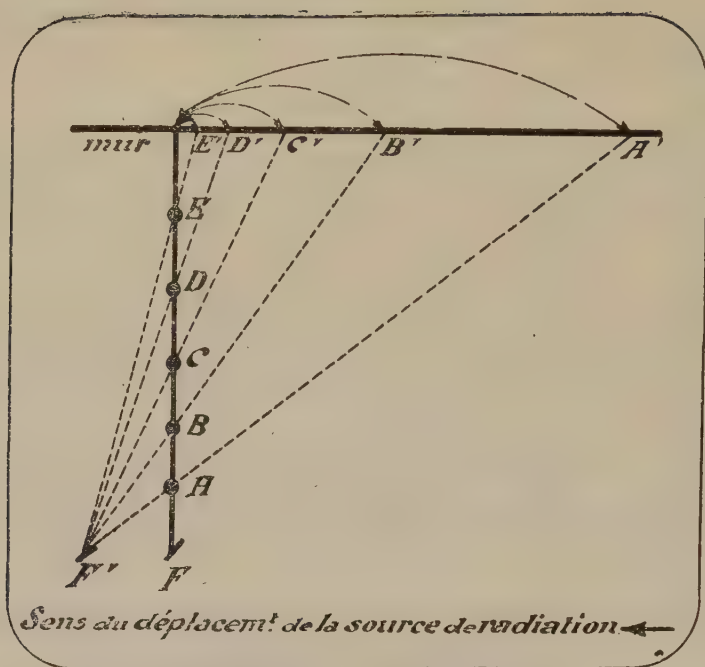


FIG. 10. — Variations du déplacement des ombres d'un nombre indéterminé de corps suivant leur situation respective par rapport à la source lumineuse.

corps est situé près de la source lumineuse, c'est-à-dire loin de l'écran » ; c'est le cas d'un projectile profond.

Deuxième loi : « Moins l'ombre d'un corps se déplace, plus ce corps est loin de la source lumineuse, c'est-à-dire près de l'écran » ; c'est le cas d'un projectile superficiel.

Troisième loi : « De deux ou plusieurs corps opaques examinés, c'est celui dont l'ombre subit le plus grand déplacement qui est le plus profondément situé » ; cas de plusieurs projectiles d'inégale profondeur.

Quatrième loi : « Si les ombres respectives de deux ou plusieurs corps opaques voisins se déplacent parallèlement et d'une quantité égale, ces derniers sont dans le même plan » ; c'est le

cas de projectiles situés à une égale profondeur; c'est aussi le cas, au cours de l'extraction, lorsque l'extrémité de la pince est arrivée dans le même plan que le projectile ou à son contact, prête à le saisir.

Cinquième loi : « *Quel que soit le nombre de projectiles et quelle que soit leur profondeur, leurs ombres se déplacent toutes dans le même sens, qui est l'opposé du sens du déplacement de l'ampoule.* »

CHAPITRE III

Applications des lois générales du déplacement des ombres à l'examen radioscopique des grands blessés dans les formations de l'avant.

Ces applications peuvent se diviser en deux grandes séries :

I. Les *applications préopératoires*, c'est-à-dire celles qui seront faites pendant le premier examen radioscopique du blessé ;

II. Les *applications au cours de l'intervention chirurgicale*.

I. Applications préopératoires.

Dans les ambulances de la zone de l'avant, l'examen radioscopique des grands blessés présente parfois des difficultés qui privent le radiologiste de la plupart des méthodes de localisation précise et ne lui permettent pas d'exécuter un repérage correct des projectiles.

Ces difficultés apparaissent toutes les fois qu'on est en présence d'un blessé dont l'état est très grave, nécessitant une intervention chirurgicale immédiate (grand broiement, syndromes péritonéaux ou hémorragiques, etc.) et où *un examen radioscopique ne peut être que très rapide*. Le blessé, déjà difficile à déplacer dans les cas de blessure grave, peut présenter de larges plaies ou des fractures multiples, de sorte que, le plus souvent, c'est sur un homme *complètement immobilisé* que le radiologiste devra pratiquer son examen, *en se basant seulement sur la vue de face*. Ne pouvant faire subir au blessé ou au membre examiné un mouvement de rotation pour avoir deux radioscopies successives, face et profil, nous avons pensé qu'il était plus sim-

ple et plus logique à la fois de déplacer, non plus le blessé, mais l'ampoule.

Cet examen, qui doit donc être très rapide, devra donner au chirurgien, tout d'abord une idée d'ensemble sur le nombre des projectiles et leur volume, puis des indications suffisamment précises quant à leur siège, leur situation anatomique et leur profondeur relative, ou encore la disposition des fragments osseux dans les cas de fracture.

Pour arriver à ce résultat, le radiologiste pourra évidemment employer toutes les méthodes à sa disposition, mais nous croyons qu'il aura intérêt, vu les circonstances et conditions dans lesquelles il opère sur le front, à utiliser de préférence les méthodes les plus simples. La plus pratique et la plus simple nous a paru être *la méthode du déplacement des ombres, méthode résultant de la connaissance des lois générales du déplacement des ombres*, dont nous avons parlé plus haut, et *consistant dans leur application*, non plus seulement au repérage des projectiles, *mais à tout examen radioscopique*.

A. Matériel nécessaire. — Le matériel radiologique nécessaire est des plus simples; l'installation la plus sommaire s'y prête admirablement. La seule condition indispensable, c'est que *l'ampoule puisse être mobilisée horizontalement sous la table, très facilement et sans effort*; les pieds Drault et Gaiffe se prêtent très bien à cette manœuvre. On fera passer le rayon normal par un point remarquable du projectile ou de l'esquille et les déplacements de l'ampoule seront effectués de part et d'autre de cette position initiale, et de préférence d'une quantité à peu près égale de chaque côté, soit 5 centimètres environ. Ce mouvement de va-et-vient sera assez rapide et régulier, afin de permettre de comparer le déplacement des différentes ombres.

B. Nombre et volume des projectiles. — L'attention du radiologiste devra porter, en premier lieu, sur le nombre des projectiles; il se rappellera qu'il doit pratiquer son examen, non seulement sur le siège de la blessure, mais encore loin des régions atteintes : cas de projectiles mobiles. Dans les cas de

projectiles multiples, le déplacement de l'ampoule lui permettra de faire la dissociation de deux projectiles qui, se trouvant sur le même rayon normal, auraient donné, si l'ampoule était restée immobile, l'illusion d'un seul corps étranger, leurs deux ombres se confondant en une seule; l'ampoule, en se déplaçant, dissocie, au contraire, cette ombre unique, en communiquant aux deux ombres respectives des déplacements inégaux qui révèlent à la fois la dualité et l'inégale profondeur de ces projectiles.

De même, en comparant entre eux les déplacements et, par suite, la déformation plus ou moins grande des ombres de divers projectiles, on pourra se faire une idée de leur volume approximatif et affirmer que tel éclat qui, au premier coup d'écran, semble de volume égal à tel autre (fig. 11-A), est, en réalité,

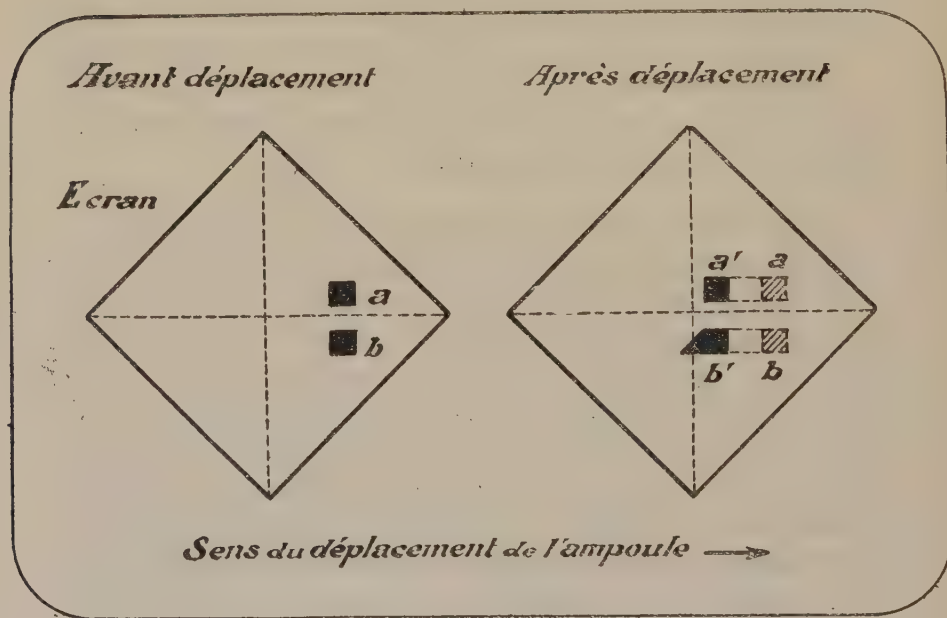


FIG. 11.

A

a et *b* : ombres de deux projectiles avant le déplacement d'ampoule : Les projectiles paraissent d'égal volume.

B

Après déplacement de l'ampoule :

- 1° Les deux ombres se sont déplacées d'une quantité égale et parallèle : $aa' = bb'$, donc les deux projectiles sont à une égale profondeur ;
- 2° Le projectile B est plus volumineux que le projectile A comme l'indique la déformation subie par son ombre b' .

beaucoup plus volumineux que ce dernier (fig. 11-B), le déplacement des ombres étant venu mettre en relief une extrémité volumineuse plus profonde. Jusqu'à présent, on se basait sur l'agrandissement de l'ombre du projectile de dimensions connues (balle) pour dire que ce projectile était profond ; c'est exact, mais insuffisant, car l'agrandissement simple de l'ombre est une question de jugement, donc toute subjective, et ne permet pas d'affirmer. Le déplacement des ombres, au contraire, permet d'affirmer d'une façon certaine.

C. Localisation anatomique. — Les notions de nombre et de volume des projectiles une fois acquises, le radiologiste doit passer à la partie la plus délicate de son examen : leur localisation.

Or, pour beaucoup, « localisation » est synonyme de *repérage en profondeur*, et trop souvent le radiologiste qui a déterminé la présence d'un projectile et sa profondeur exacte sous un point donné de la peau, croit avoir terminé son rôle auprès du chirurgien. Si ce renseignement suffit à ces opérateurs d'occasion que Zimmern compare, très judicieusement, à des « perceurs de tunnels », il est jugé, par contre, très insuffisant, et à juste titre, par les chirurgiens de carrière (1).

« La chirurgie moderne, en effet, est entièrement basée sur la connaissance de rapports anatomiques, nullement sur l'épaisseur des tissus. On enseigne, en médecine opératoire, que, pour trouver et lier telle artère, on incise à tel niveau la peau, le tissu cellulaire, l'aponévrose superficielle, le muscle, etc., etc. Mais on ne dit jamais que l'on incisera 3 millimètres de peau, 4 millimètres de tissu cellulaire, 2 millimètres d'aponévrose, 25 millimètres de muscle, etc., etc.

» Le radiologiste qui se contente de dire, très exactement du reste, qu'un projectile se trouve à telle profondeur sous la peau, à tant de millimètres d'un index fixé à la peau, s'expose donc à des échecs répétés. C'est pourquoi nous croyons que le but

(1) Zimmern, *Localisation des projectiles* (Paris médical, 6 février 1915).

essentiel à atteindre dans la localisation d'un projectile est de fixer sa situation anatomique, d'établir autant que possible ses rapports, comme les anatomistes et les chirurgiens le font pour une artère, un muscle, un nerf, une partie quelconque du squelette, de dire ce qu'il y a en avant, en arrière, à droite, à gauche, etc., etc. »

En un mot, le repérage instrumental ou mathématique, s'il n'est pas précédé d'une localisation anatomique approximative, est pour le chirurgien une donnée un peu trop abstraite pour lui permettre de situer anatomiquement le projectile, de juger, par suite, de la possibilité d'une intervention, enfin de décider de la voie d'accès la plus propice. Ce que réclame le chirurgien, quitte à sacrifier un peu de la haute précision, c'est une donnée anatomo-topographique convenable. Qu'un éclat siège à 68 ou 75 millimètres de profondeur au niveau du rachis lombaire, c'est là une donnée beaucoup moins intéressante que de savoir s'il se trouve inclus dans le corps vertébral ou si, au contraire, il n'est pas intraosseux. Autre exemple : supposons un projectile se projetant sur le grand trochanter ou sur le col fémoral, à 6 centimètres de profondeur. Le chirurgien ne peut apprécier si le projectile est en avant, en arrière, ou intraosseux, variation possible avec le volume du sujet suivant qu'il sera gras ou maigre; et pourtant il aurait besoin d'être fixé pour préparer sa gouge ou son maillet. La première question qu'il posera au radiologiste sera : « Le projectile est-il intraosseux ? » Et, dans la plupart des cas, le radiologiste sera fort embarrassé, s'il ne dispose pas d'un matériel lui permettant d'exécuter une radiographie de profil.

Enfin, lorsque les éclats sont nombreux, il devient impossible de mesurer, en centimètres, la profondeur de chacun d'eux; et cependant le radiologiste devra distinguer immédiatement et classer suivant leur importance chirurgicale les projectiles viscéraux, articulaires, intraosseux, musculaires et superficiels. En un mot, le radiologiste exercé doit être capable, dès le premier coup d'écran, de distinguer entre plusieurs tel projectile dont l'extraction doit être faite le plus tôt possible.

Comment donc, par simple radioscopie et sur un malade non mobilisable, c'est-à-dire *en se basant seulement sur la vue de face*, pourra-t-on arriver à la notion du plan anatomique approximatif occupé par un projectile ? Par une lecture correcte du déplacement des ombres, c'est-à-dire par l'interprétation de leurs déplacements respectifs les uns par rapport aux autres.

On prendra donc tout d'abord comme point de repère un point du squelette aussi rapproché que possible du projectile ; et par le mouvement de va-et-vient de l'ampoule, on évaluera le déplacement de l'ombre du corps étranger par rapport au déplacement de l'ombre du repère osseux, en se souvenant que, pour un même mouvement d'ampoule, lorsque deux points sont dans le même plan horizontal, leurs écartements d'ombres sont égaux et que le point le plus profond possède le déplacement d'ombre le plus grand. Suivant donc que l'ombre du projectile se déplacera plus ou moins, on pourra affirmer que ce dernier est situé dans un plan postérieur ou antérieur à tel ou tel repère osseux ou au contraire dans le même plan que lui si les deux ombres se déplacent d'une égale quantité.

Pour les blessures des membres, on pourra arriver à une précision anatomique presque absolue ; dès le premier déplacement d'ampoule, on pourra affirmer que le projectile est en avant, en arrière de l'os ou, au contraire, inclus dans ce dernier. Si le projectile est reconnu être dans la masse musculaire, on pourra même arriver à déterminer le muscle, ou tout au moins le groupe musculaire auquel il appartient, soit en mobilisant le corps étranger par pression, avec une tige convenablement appliquée, soit en pinçant certains tendons, soit en mobilisant les muscles par de légers mouvements de flexion ou d'extension d'un segment du membre, le pied par exemple, qui, dans ce cas, permettront d'affirmer que le projectile est dans la gouttière antéro-externe de la jambe, voire même dans un des extenseurs, etc. C'est ainsi que, pour un projectile de la région des vaisseaux du tiers supérieur du bras, les mouvements de cette nature vont montrer que le projectile est mobile avec les muscles de la loge antérieure ou postérieure et permettront d'avertir le chirurgien

que le projectile est en dehors de la gaine des vaisseaux, dont il sera séparé par la cloison intermusculaire interne ou l'aponévrose d'enveloppe des muscles. Il semble, en effet, que des mouvements limités de l'avant-bras sur le bras ne provoquent pas d'abaissement ou d'élévation des vaisseaux eux-mêmes au tiers supérieur du bras, et par conséquent d'un projectile situé dans la gaine à ce niveau.

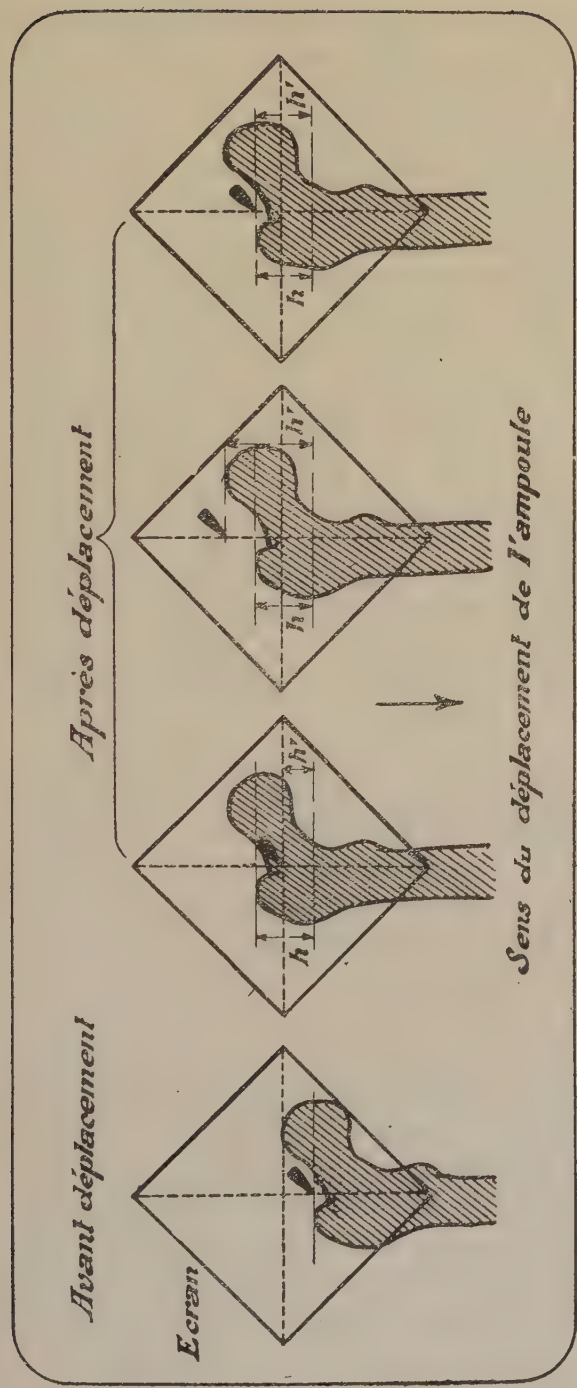
Dans le cas de projectile de l'épaule ou de la région supérieure de la cuisse, régions particulièrement difficiles à examiner, l'étude du déplacement des ombres pourra apporter de précieux renseignements. Lorsqu'un projectile est situé près du grand trochanter ou du col anatomique du fémur (fig. 12-A), sa profondeur, indiquée en centimètres, n'indiquera pas au chirurgien s'il est en avant, en arrière ou dans le même plan que le repère osseux (extrémité du grand trochanter par exemple). Le déplacement des ombres, au contraire, comme le montrent les figures 12-B, 12-C, 12-D, donnera rapidement des précisions. Et si le projectile est intraosseux, il est même possible parfois d'indiquer, toujours sur vue antérieure, si le projectile est plus proche de la face antérieure ou postérieure de l'os, notion capitale pour l'extraction.

Dans le cas de projectile du thorax, ce qu'il importe avant tout de savoir, c'est si le projectile est antérieur ou postérieur et s'il est intrathoracique ou pariétal.

Pour l'examen de la paroi antérieure du thorax, en général invisible par suite du peu d'opacité des côtes antérieures, il est nécessaire d'avoir recours à un repère métallique, une longue sonde cannelée par exemple, que l'on placera horizontale et perpendiculaire au sens du mouvement de l'ampoule, en faisant coïncider son extrémité avec le point d'émergence du rayon normal passant par le projectile. Si, à la suite du déplacement de l'ampoule, l'ombre de l'éclat se sépare peu (quelques millimètres) ou pas du tout de la pointe de la sonde cannelée, le projectile est antérieur, ou même tout à fait superficiel.

Pour la paroi postérieure, nettement visible, on comparera le déplacement de l'ombre des côtes postérieures avec le déplace-

Fig. 12.



- A**

Avant le déplacement : La pointe de la balle se projetant dans le même plan que l'extrémité du grand trochanter, ce dernier est pris comme point de repère osseux.

B

Après le déplacement : Le grand trochanter se déplace plus que la pointe de la balle $h > h'$. Donc projectile moins profond que repère osseux.
- C**

Le grand trochanter se déplace moins que la pointe de la balle $h < h'$. Donc projectile situé dans un plan postérieur à celui du repère : Projectile plus profond.

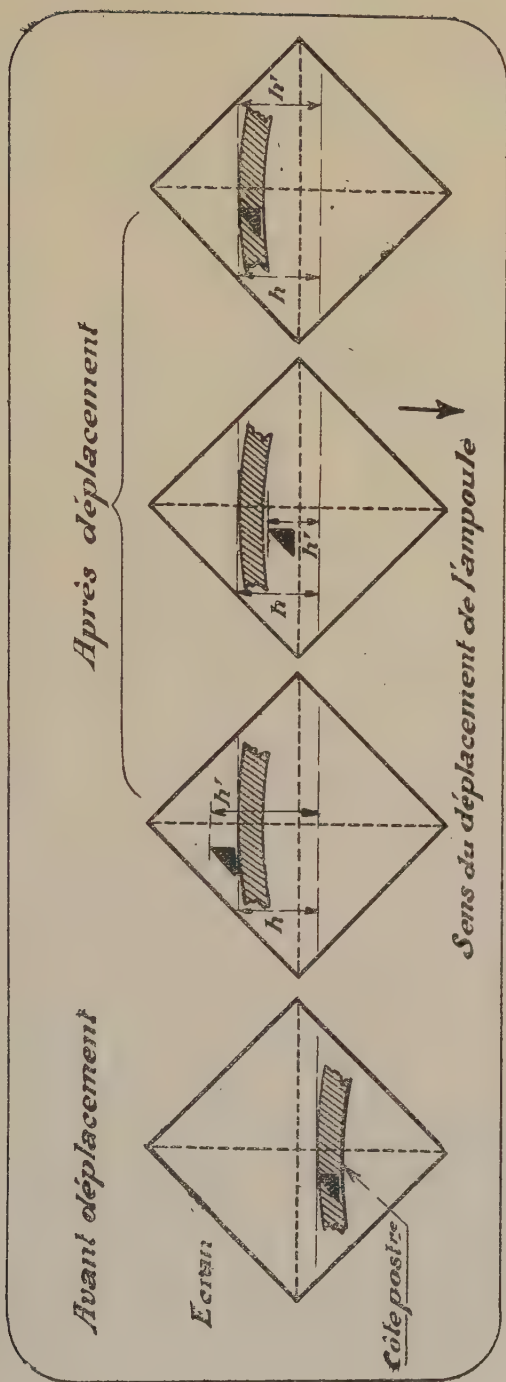
D

Le grand trochanter et la balle se déplacent sans que leurs rapports soient modifiés, la pointe de la balle se projetant comme avant le déplacement d'ampoule dans le même plan que le repère osseux $h = h'$. Donc projectile à égale profondeur que repère osseux.

ment de l'ombre du projectile ; il sera ainsi facile de reconnaître si le corps étranger est dans un plan antérieur ou postérieur à ces côtes ou même s'il est inter ou intracostal postérieur, sans avoir, pour cela, été obligé de déplacer ou de retourner le blessé. Supposons le cas d'un projectile se profilant au niveau de la région dorsale : les ombres respectives du projectile et du repère osseux, en subissant des déplacements presque égaux, nous ont révélé que le projectile est près de la paroi postérieure du thorax, mais nous en ignorons encore les rapports exacts. En examinant d'un peu plus près les divers déplacements d'ombres qui vont se produire (fig. 13-A-B C-D), nous pourrons, en quelques instants, déterminer le plan anatomique dans lequel se trouve le projectile. En prenant comme point de repère osseux le bord supérieur de la côte, avec lequel vient se confondre l'ombre de la pointe du projectile (fig. 13-A), nous pourrons affirmer que le projectile est plus profond, c'est-à-dire en arrière de la côte (fig. 13-B), ou moins profond que cette dernière (fig. 13 C), ou, au contraire, qu'il est intracostal si les rapports des deux ombres (fig. 13-D) ne sont nullement modifiés par le déplacement de l'ampoule.

Si, enfin, le projectile semble être assez éloigné des parois antérieure et postérieure, c'est-à-dire paraît être en plein champ thoracique, il sera toujours possible de trouver un point où les déplacements d'ombres seront parallèles, en appliquant le procédé bien connu « du couteau ». D'ailleurs, ce procédé est basé sur l'étude du déplacement des ombres, puisqu'il repose sur le principe suivant : quel que soit le déplacement de la source lumineuse, pour les objets situés sur une droite parallèle à un plan, projetant leur ombre sur ce plan suivant des droites parallèles : *a*) L'ombre d'un corps opaque placé sur le même plan que le projectile se déplace d'une même quantité que l'ombre du projectile quand on déplace l'ampoule (fig. 14) $C' P' = C'' P''$; *b*) Par contre, si le corps opaque (la pointe du spintermètre, par exemple) est situé sur un plan plus élevé, il se déplace d'une quantité moindre, et, s'il est placé sur un plan situé plus bas, son ombre se déplace d'une quantité plus grande.

FIG. 43.



- A Avant le déplacement : L'ombre du projectile se projette sur la côte, la pointe de l'éclat se confondant avec le bord supérieur de la côte.
- B Après le déplacement : L'ombre du projectile se déplace plus que l'ombre de la côte : $h' > h$. Donc projectile plus profond que côte, c'est-à-dire en arrière d'elle.
- C L'ombre du projectile se déplace moins que l'ombre de la côte : $h' < h$. Donc projectile moins profond que côte, c'est-à-dire en avant d'elle.
- D Les deux ombres se déplacent d'une quantité égale, conservant les mêmes rapports qu'avant le déplacement de l'ampoule : $h' = h$. Donc projectile *intracosta*.

En pratique, on place successivement la pointe métallique C (fig. 14) à différents niveaux sur la région à examiner, en face

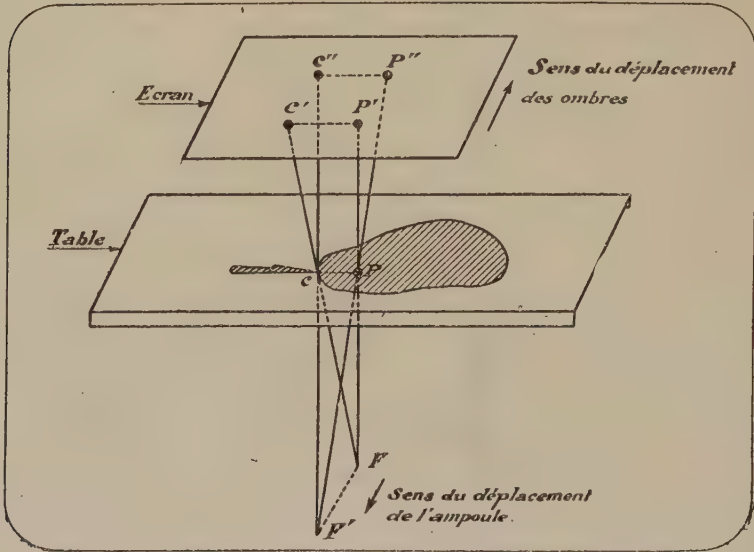


FIG. 14. — Figure schématique du procédé du « couteau ».

C = pointe du couteau.

P = projectile.

C'P' = ombres de C et de P avant le déplacement de l'ampoule.

C''P'' = ombres de C et de P après le déplacement de l'ampoule.

Or C'P' = C''P''.

Donc C et P sont dans le même plan, c'est-à-dire à une égale profondeur.

du projectile P ; après avoir ouvert le diaphragme, on déplace l'ampoule de F en F' pour chaque position du spintermètre. On observe sur l'écran le déplacement de l'ombre du corps étranger et celle de la tige ; lorsqu'elles se déplacent de la même quantité C' P', C'' P'', les deux corps opaques C et P sont sur le même plan, c'est-à-dire à égale profondeur.

Tout ce que nous venons de dire à propos de l'examen du thorax s'applique naturellement à celui de l'abdomen, avec cette différence que, pour un abdomen, il est encore plus difficile de faire une localisation anatomique approximative par suite du petit nombre de repères osseux, exception faite de la colonne

vertébrale, que l'on a à sa disposition. Si les parties du squelette pouvant servir de repères sont en nombre très restreint, certains, par contre, ont une importance capitale et constituent d'excellents points de repère abdominaux, telles les crêtes iliaques, le pubis, la douzième côte. Dès que l'ombre d'un projectile subira un déplacement plus grand que l'ombre de la crête iliaque, on pourra affirmer que le projectile est intra-abdominal.

En l'absence de repères osseux assez rapprochés du corps étranger, il sera bon et utile d'avoir recours à certaines petites manœuvres : dans le cas de projectile assez superficiel, on déprimera légèrement la paroi abdominale avec la main pour voir s'il se déplace avec elle. On pourra encore faire respirer profondément le malade afin de voir si le corps étranger est dans un organe mobile avec les mouvements du thorax et du diaphragme. De même, pour les corps étrangers situés dans le bassin, on n'oubliera pas de pratiquer le toucher rectal toutes les fois que cela sera possible. Par les déplacements communiqués par le doigt au projectile, on pourra recueillir des renseignements de toute première importance quand on se trouvera en présence d'un corps étranger de la fosse ischio-rectale et éviter peut être ainsi une laparotomie.

Enfin, dans le cas de projectile au niveau de la paroi postérieure, la colonne vertébrale constitue un excellent repère ; si l'éclat vient se confondre avec la masse d'un corps vertébral, le déplacement de l'ampoule dissociera leurs ombres si le corps étranger est dans un plan antérieur à la colonne vertébrale ou, au contraire, révélera son inclusion.

En résumé, le radiologiste doit arriver à donner une localisation anatomique approximative aussi précise que possible, en précisant les rapports du corps étranger, non pas avec les téguments, mais avec des repères bien connus des chirurgiens, invariables au cours de l'intervention et toujours faciles à retrouver.

D. Localisation centimétrique. — Si, dans les lignes qui précèdent, nous avons paru un peu sévère à l'égard de la localisation

purement centimétrique, loin de nous cependant la pensée de vouloir l'écarter de l'examen radioscopique des grands blessés du front. Si, en effet, elle est insuffisante à elle seule pour permettre de préciser la situation et les rapports du corps étranger avec les tissus qui l'environnent, elle est néanmoins extrêmement précieuse, indispensable même dans beaucoup de cas, en particulier pour les examens du thorax, de l'abdomen et du crâne. Souvent même il sera difficile de faire une localisation anatomique avant d'avoir fait un repérage centimétrique, la connaissance préalable de la profondeur du projectile venant fixer utilement l'esprit et pouvant faciliter, ou encore contrôler, la traduction en langage anatomique des résultats de l'examen scopique.

Certes, les procédés de repérage millimétrique ne manquent pas et, parmi eux, il en est un certain nombre, vrais procédés de choix, que tout radiologiste doit connaître et savoir appliquer : tels le procédé de Haret, l'écran percé de Hirtz, le procédé de Strohl, l'écran combiné de Delherm, le procédé de Mazérès, etc.

Mais nous voulons attirer l'attention sur un procédé trop peu connu parce que non publié et que la profonde amitié qui nous unit à son auteur nous a valu de connaître et d'expérimenter : nous voulons parler du **Tableau et de la méthode mentale** de l'aide-major Robert Chaperon.

Ce **tableau**, que nous reproduisons ci-contre, indique la profondeur du projectile en fonction de l'épaisseur de la région et de l'écartement des ombres. Il a été établi pour les constantes suivantes : le focus est situé à 30 centimètres au-dessous de la face supérieure de la table; le déplacement d'ampoule est de 10 centimètres; le blessé est couché directement sur la table et l'écran est au contact du blessé.

La distance écran-table va varier suivant l'épaisseur de la région examinée ou l'épaisseur du sujet, entraînant la variation de la distance anticathode-écran.

On placera l'extrémité d'une tige métallique, longue sonde cannelée par exemple, au contact de la peau, au point d'émergence du rayon normal passant par le projectile; après dépla-

Méthode Mentale

Ecran à Table	Ecartements des Ombres.										Anti- Cathode à Ecran
Epaisseur	1 ^m /m	5 ^m /m	10 ^m /m	15 ^m /m	20 ^m /m	25 ^m /m	30 ^m /m	35 ^m /m	40 ^m /m	45 ^m /m	
2 ^c /m	0.31	<u>1.5</u> 1.53									32 ^c /m
4	0.33	1.6	<u>3</u> 3.09								34
6	0.35	1.7	3.2	<u>4.5</u> 4.6	6.						36
8	0.37	1.8	3.4	4.9	6.3	<u>7.5</u> 7.6					38
10	0.39	1.9	3.6	5.2	6.6	8.	<u>9.</u> 9.2				40
12	0.41	2.	3.8	5.4	7.	8.4	9.6	<u>10.5</u> 10.8	12.		42
14	0.43	2.09 ⁽³⁾	4.	5.7	7.3	8.8	10.1	11.4	12.5	<u>13.5</u> 13.6	44
16	0.45	2.1	4.1	6.	7.6	9.2	10.6	11.9	13.1	14.2	46
18	0.47	2.2	4.3	6.2 ⁽⁵⁾	8.	9.6	11.	12.4	13.7	14.8	48
20	0.49	2.3	4.5	6.5	8.3	10 ⁽⁷⁾	11.5	12.9	14.2	15.5	50
22	0.51	2.4	4.7	6.7	8.6	10.4 ⁽⁹⁾	12.	13.4	14.8	16.1	52
24	0.53	2.5	4.9	7.1	9.	10.8	12.6 ⁽¹¹⁾	14.	15.4	16.7	54
26	0.55	2.6	5.	7.3	9.3	11.2	12.9	14.5 ⁽¹³⁾	16.	17.3	56
28	0.57	2.7	5.2	7.5	9.6	11.6	13.3	15.	16.5 ⁽¹⁵⁾	18.	58
30	0.59	2.8	5.4	7.8	10.	12.	13.8	15.5	17.1	18.6	60
32	0.61	2.9	5.6	8.	10.3	12.4	14.3	16.	17.7	19.2	62
34	0.63	3.	5.8	8.3	10.6	12.8	14.7	16.5	18.2	19.9	64
36	0.65	3.1	6.	8.6	11.	13.2	15.2	17.1	18.8	20.4	66
38	0.67	3.2	6.1	8.8	11.3	13.6	15.6	17.6	19.4	21.1	68
40	0.69	3.3	6.3	9.1	11.6	14.	16.1	18.1	20.	21.7	70
	1 ^m /m	5 ^m /m	10 ^m /m	15 ^m /m	20 ^m /m	25 ^m /m	30 ^m /m	35 ^m /m	40 ^m /m	45 ^m /m	
	Environ.						Environ.				
Accroissement pour 10 centimètres.											

cement de l'ampoule, l'écartement des ombres respectives de la pointe de la sonde cannelée et du projectile sera mesuré sur l'écran.

Quelques explications sont nécessaires pour faire saisir toutes les particularités intéressantes de ce tableau :

1° On remarquera tout d'abord les chiffres soulignés placés en tête de chaque colonne ; ils correspondent à la profondeur des projectiles reposant sur le plan de la table, c'est-à-dire que la profondeur de l'éclat est égale à l'épaisseur de la région, ainsi qu'à la distance écran-table ; on notera la progression de ces chiffres d'une colonne à l'autre : 1 cent. 5, 3 centimètres, 4 cent. 5, 6 centimètres, 7 cent. 5 ; elle est ici de 1 cent. 5 ;

2° On est frappé par les chiffres entiers *pairs imprimés en rouge* dans les colonnes des profondeurs : **2, 4, 6, 8, 10, 12, 14**, etc. (1) et par leur progression de 2 en 2. Ces chiffres correspondent avec les chiffres de droite des colonnes distances écran-table et anticathode-écran.

Ainsi **4** correspond à **14** et **44**

10 » **20** et **50**

12 » **22** et **52**

3° Des nombres impairs intercalaires en noir sont placés sur les lignes verticales, entre deux nombres pairs en rouge ; or, de même, par exemple, que **4** correspond à un déplacement d'ombre de 10 millimètres pour une épaisseur de **14** centimètres, de même le chiffre (5) isolé entre **4** et **6** correspond à un déplacement d'ombre de 12 mill. 5 pour une épaisseur de 15 centimètres, et ainsi de suite ;

4° Au bas du tableau, les chiffres en rouge représentent l'accroissement moyen approximatif dans chaque colonne pour une variation de 10 centimètres dans l'épaisseur du sujet. Cet accroissement est faible : ainsi, pour 20 millimètres d'écartement d'ombre, si l'on se trompe de 10 centimètres dans l'appréciation de l'épaisseur du sujet, on aura une erreur de 2 centi-

(1) Les chiffres en caractères gras correspondent aux chiffres du tableau imprimés en rouge.

mètres environ dans la profondeur du corps étranger, tandis que 5 millimètres de plus ou de moins dans la lecture de l'écartement des ombres se traduiront par une erreur qui va varier de 1 cent. 5 à 2 centimètres dans la profondeur. Ceci montre toute l'importance, souvent signalée, d'une lecture très correcte de l'écartement des ombres.

Méthode mentale. — Mais le caractère réellement intéressant de ce tableau est d'avoir servi de point de départ à une véritable méthode mentale permettant de trouver de tête la profondeur approximative d'un projectile, connaissant l'épaisseur de la région, l'écartement des ombres, ainsi que l'accroissement moyen pour 10 centimètres; on devine tous les avantages que peut en tirer quiconque possède bien cette méthode (mais il faut cette condition) dans tous les cas, au front surtout par conséquent, où il faut indiquer très rapidement la profondeur relative des projectiles.

Principe de la méthode mentale. — Après mesure de l'écartement des ombres, on connaît un chiffre de profondeur (*a*) situé dans la même colonne et auquel s'associe immédiatement une épaisseur correspondante (*b*). Connaissant l'accroissement pour 10 centimètres dans cette colonne, il est facile de trouver la profondeur réelle du corps étranger en ajoutant ou en retranchant au chiffre *a* une quantité proportionnelle à la différence des épaisseurs. Or, les chiffres d'écartement d'ombres, comptés de 5 en 5 millimètres, correspondent respectivement aux chiffres de profondeurs comptés de 2 en 2 centimètres, et ceux-ci s'associent aux épaisseurs dont le chiffre de droite est le même.

5	10	15	20	25	30 m/m
2	4	6	8	10	12 c/m
12	14	16	18	20	22 c/m

Enfin, en comparant l'accroissement, qui est approximatif pour certaines colonnes, avec les chiffres d'écartement d'ombres, on constate qu'à partir de 25 millimètres d'écartement les chiffres ne concordent plus, mais ils pourront être facilement retenus.

Écartement des ombres	1	5	10	15	$\longleftrightarrow$ 20 25	$\longleftrightarrow$ 30 35	$\longleftrightarrow$ 40 45	m/m
Accroissement approximatif pour 10 centimètres	1	5	10	15	<u>20</u> <u>20</u>	<u>25</u> <u>25</u>	<u>30</u> <u>30</u>	m/m

On devra se souvenir que, jusqu'à 20 millimètres d'écartement d'ombres, l'accroissement pour 10 centimètres est représenté par le même chiffre et qu'au delà, pour les colonnes de :

20 et 25, l'accroissement est de **20** millimètres.

30 et 35 » **25** »

40 et 45 » **30** »

Quelques exemples feront bien comprendre.

Premier exemple. — Soit une épaisseur de 24 centimètres (thorax moyen) et 10 millimètres d'écartement d'ombres :

Compter. .	5	10
Compter. .	2	4

10 est le deuxième chiffre, **4** est le deuxième chiffre; il se trouve donc dans la colonne de 10 millimètres, en face de l'épaisseur **14** centimètres. Mais au lieu de 14 centimètres d'épaisseur, nous en avons **24**; nous devons donc passer de 14 à 24; or, l'accroissement par 10 centimètres est ici de **10** millimètres. Si donc **4** centimètres de profondeur correspondent à **14** centimètres d'épaisseur, nous n'aurons qu'à ajouter 10 millimètres, c'est à-dire 1 centimètre, et nous dirons que 5 centimètres de profondeur correspondront à **24** centimètres d'épaisseur. D'après le tableau, le chiffre réel est 4 cent. 9. Il n'y a donc qu'une erreur de 1 millimètre.

Deuxième exemple. — Soit une épaisseur de 15 centimètres cuisse, tiers inférieur) et 25 millimètres d'écartement d'ombres :

Compter...	5	10	15	20	25
Compter...	2	4	6	8	10

25 et **10** sont les cinquièmes chiffres; ils sont donc dans la même colonne et **10** est en face de 20 centimètres d'épaisseur. Or, ce n'est pas 20 centimètres d'épaisseur que nous avons, mais 15. Sachant que l'accroissement de cette colonne est de **20** millimètres par 10 centimètres, il est donc ici de la moitié, c'est-à-dire de 10 millimètres par 5 centimètres; on passera de 20 à 15 centimètres d'épaisseur, en retranchant 10 millimètres ou 1 centimètre. Nous dirons donc : **10** — 1 = 9 centimètres de profondeur, chiffre correct.

Troisième exemple. — Soit une épaisseur de 28 centimètres (thorax très développé) et 25 millimètres d'écartement d'ombres.

Compter...	5	10	15	20	25
Compter...	2	4	6	8	10

Si à 25 millimètres de déplacement correspondent **10** centimètres de profondeur, à 25 millimètres correspondront, approximativement, **9** centimètres; or, à 9 centimètres de profondeur correspondent 19 centimètres d'épaisseur. L'accroissement approximatif étant de **20** millimètres par 10 centimètres, on devra, pour passer de 19 à 28 centimètres, ajouter 10 cent. 8, chiffre correct à 1 ou 2 millimètres près.

Quatrième exemple. — Soit une épaisseur de 10 centimètres (genou de profil) et 15 millimètres d'écartement.

Compter	5	10	15
Compter	2	4	6

6 centimètres donnant 16 centimètres d'épaisseur, il nous faut arriver à 10 centimètres d'épaisseur. Or, $16 - 5 = 11$ centimètres. Pour aller plus vite, admettons ce chiffre, au lieu de 10 centimètres, chiffre donné; il ne nous restera plus à retrancher à 6 la moitié de l'accroissement, 15 millimètres, soit approximativement 7 millimètres. Donc, $6 - 0,7 = 5$ cent. 3 de profondeur; erreur de 1 millimètre.

Pour les projectiles très profonds, c'est-à-dire situés près du plan de la table, au lieu d'employer les chiffres pairs, 2, 4, 6, 8, etc., on pourra compter en partant des chiffres 1,5-3-4,5, 6-7,5-9, etc. (progression de 1 cent. 5) où les projectiles reposent sur le plan de la table; ici, chacun de ces chiffres représente non seulement la profondeur de l'éclat, mais encore l'épaisseur de la région. Cette méthode pourra, à l'occasion, servir de moyen de contrôle.

Il est à noter qu'en pratique, il est tout à fait exceptionnel qu'un blessé dépasse 30 centimètres d'épaisseur dans le sens antéro-postérieur; aussi la partie du tableau (encadrée de rouge) allant jusqu'à 30 centimètres d'épaisseur et 25 millimètres d'écartement d'ombres suffit-elle dans la grande majorité des cas. Le tableau d'ensemble est donné pour en permettre l'étude, ainsi que pour les cas exceptionnels : blessés couchés sur le côté par exemple.

En résumé, *six cas courants* peuvent se présenter :

1° L'ombre du projectile ne quitte à aucun moment l'ombre de la pointe métallique (sonde cannelée); le projectile est alors antérieur, cutané, accessible à la palpation;

2° L'ombre du projectile quitte l'ombre de la pointe métallique, en se déplaçant de 1 millimètre; le projectile est alors très superficiel : 3 à 6 millimètres de profondeur;

3° Le déplacement des ombres est de 5 millimètres; le projectile est alors relativement superficiel et sa profondeur va varier de 1 cent. 5 à 3 centimètres, suivant l'épaisseur de la région examinée, c'est-à-dire sera d'environ 1 cent. 5 pour une région très peu épaisse, comme le métacarpe, le poignet; atteindra 2 cent. 5 pour un thorax normalement développé,

pour arriver à 3 centimètres pour un thorax très développé, couché sur un pansement épais. Mais 3 centimètres sera ici la profondeur maxima, et quelle que soit la région, on pourra affirmer : « Projectile à moins de 3 centimètres de profondeur » ;

4° Le déplacement des ombres est évalué à 1 centimètre; le projectile est alors plus profond : 3 à 5 centimètres, suivant l'épaisseur de la région examinée, c'est-à-dire atteindra 3 centimètres pour une région peu épaisse, comme le poignet, et ira jusqu'à 5 cent. 5 de profondeur maxima pour un thorax très développé;

5° Si l'écartement des ombres est de 1 cent. 5, la profondeur va varier de 4 cent. 5 à 8 centimètres;

6° L'ombre du projectile peut encore quitter l'ombre de la pointe métallique de plusieurs centimètres; le projectile est alors très profond, difficilement accessible, s'il s'agit de régions épaisses; sinon, il est superficiel de l'autre côté de la région examinée.

Tous les cas peuvent se résumer dans le petit tableau suivant :

Écartement des ombres.....	0	1 m/m	5 m/m	10 m/m	15 m/m	20 m/m	25 m/m
Variations des profondeurs jusqu'à 30 c/m d'épaisseur	perceptible	0 c/m 3 à 6 c/m	1 c/m 5 à 3 c/m	3 c/m 5 à 5 c/m	4 c/m 5 à 7 c/m	6 c/m 8 à 10 c/m	7 c/m 5 à 12 c/m

Cas particuliers. — a) Dans l'examen de profil, un crâne adulte mesure environ 16 à 18 centimètres d'épaisseur.

Un projectile sera intracérébral dès que l'écartement des ombres atteindra 3 à 4 millimètres (5 millimètres correspondent à 2 cent. 1, 2 cent. 2 de profondeur);

b) Un thorax moyen de blessé adulte mesure environ 24 à 26 centimètres d'épaisseur (maximum : 29 centimètres).

En vue antérieure, nous avons pratiquement les chiffres suivants :

Écartement des ombres.....	Plèvre							
	0	1 m/m	3 à 4 m/m	5 m/m	10 m/m	15 m/m	20 m/m	25 m/m
Profondeur pour 24 à 26 c/m d'épaisseur (thorax moyen)	...	0 c/m 5	juxta-pleural ou pleural 1,5 à 2 c/m	intra-pulmonaire mais cortical 2 c/m 5	5 c/m	7 c/m	9 c/m	11 c/m
			Plèvre					

Cependant on devra tenir compte du développement exceptionnel des muscles pectoraux.

Naturellement, on devra toujours, autant que possible, contrôler, dans tout examen radioscopique, les indications fournies par le déplacement des ombres, en procédant à la palpation sous radioscopie, lorsqu'elle sera possible; on recherchera la mobilité du projectile avec les plans superficiels ou profonds; on provoquera la douleur localisée à la pression comme moyen de contrôle, etc., etc.

Mesure correcte. — Au lieu de calculer de tête, on n'aura qu'à se servir d'un porte-écran gradué en centimètres, indiquant la distance écran-table. On mesurera l'écartement des ombres sur l'écran, et, pour obtenir une précision millimétrique, on se reportera au tableau.

D'ailleurs, comme nous le disions plus haut, loin de nous la pensée d'être exclusif : nous estimons, en effet, que cette méthode ne dispense nullement de connaître et de faire un choix parmi tous les procédés de localisation; et nous sommes de ceux qui pensent que tout radiologiste doit bien avoir en main trois ou quatre procédés radioscopiques précis et rapides, imposant au malade le minimum de déplacement, car, selon la région qui renferme le projectile, selon la gravité de l'état du blessé, selon la formation sanitaire où la recherche doit être

faite, les méthodes de localisation peuvent et doivent être différentes.

Mais cette méthode mentale a l'avantage, outre sa rapidité d'exécution, de donner au radiologiste une habileté toute particulière pour l'appréciation du déplacement des ombres et de le familiariser avec « la lecture des ombres ». Elle lui permet surtout d'allier instantanément la localisation centimétrique à la localisation anatomique et de contrôler ainsi l'une par l'autre ; ce n'est plus, dès lors, qu'une seule et même opération, et l'on peut ainsi faire immédiatement la transposition des données physiques en données anatomiques, infiniment plus précieuses pour le chirurgien.

Cas de fractures. — Tout ce que nous venons de dire sur la recherche des projectiles chez les grands blessés de l'avant s'applique naturellement à tous les cas de grands fractures. Là encore, il faut nous placer dans le cas où le malade ne peut être mobilisé et où nous devons donc nous contenter de la vue de face pour recueillir des renseignements suffisamment précis sur le nombre de fragments, leur degré de déviation latérale et surtout antéro-postérieure, ainsi que la limite jusqu'à laquelle remonte le foyer de fracture.

Pour ne pas répéter ce que nous avons dit à propos des projectiles, nous n'insisterons que sur la déviation latérale et antéro postérieure, et la limite du foyer de fracture.

Si, du premier coup d'œil, le radiologiste peut apprécier la déviation latérale des fragments osseux, comment pourra-t-il être fixé sur la profondeur relative de chacun d'eux, les uns par rapport aux autres ? Si le blessé ou le membre atteint peut être tourné et retourné pour prendre, comme le dit Ledoux-Lebard, « toutes les positions que nous voudrions », rien, évidemment, n'est alors plus facile, l'examen radioscopique sous plusieurs incidences étant à la fois le procédé le plus simple et le plus sûr. Mais n'oublions pas que, 90 fois sur 100, nous nous trouvons en présence d'un fracturé non mobilisable et que, par conséquent, nous devons nous contenter d'une vue antérieure. C'est

là que la lecture et l'interprétation des déplacements des ombres nous seront d'un secours extrêmement précieux ; comme le schéma ci-dessous l'indique, nous serons fixés, dès les premiers déplacements de l'ampoule, sur la situation et la profondeur

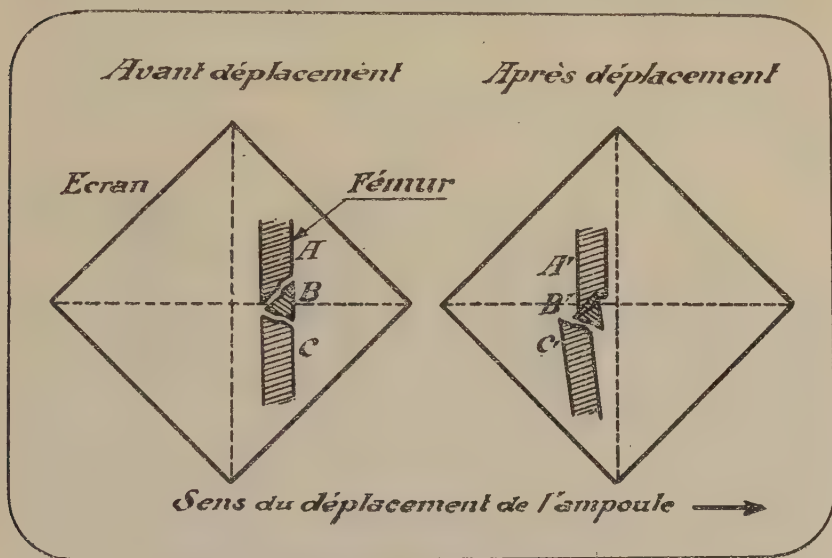


FIG. 15. — Application de la méthode du déplacement des ombres à l'examen des fractures.

A

Avant le déplacement de l'ampoule : Il semble y avoir fracture sans déplacement des fragments.

B

Après le déplacement (perpendiculaire à l'axe du membre) : Les ombres des trois fragments A'B'C' se sont déplacées, mais d'une quantité inégale. Des trois parties osseuses, c'est l'extrémité du fragment inférieur C' qui est le plus profondément située, l'esquille B' étant elle-même plus profonde que le fragment supérieur A'.

des fragments et esquilles, les uns par rapport aux autres, et nous serons en mesure d'affirmer au chirurgien que tel fragment est en avant, en arrière du corps de l'os ou sur le même plan que lui, ou de dire encore, de deux esquilles examinées, quelle est celle qui est le plus profondément située, etc., etc.

De même serons-nous renseignés, par le simple déplacement

des ombres, sur la déviation antéro postérieure des fragments. Dans ces cas-là, il arrive très fréquemment que les ombres des deux fragments, comme le prouve la figure 16, viennent se superposer l'une à l'autre, donnant ainsi l'illusion d'une solution de continuité sans déplacement, alors qu'il peut y avoir, au contraire, un énorme déplacement des fragments dans le sens antéro-

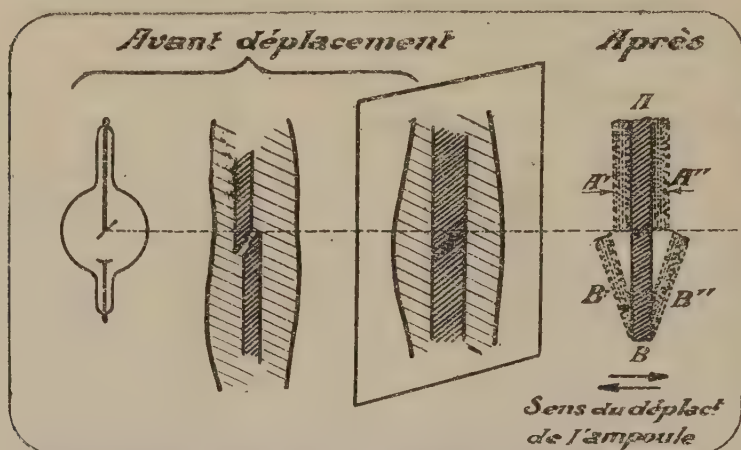


FIG. 16. — Recherche de la déviation des fragments dans le sens antéro-postérieur.

A

Avant le déplacement : Les ombres des deux fragments se superposant donnent l'illusion d'une solution de continuité sans déplacement.

B

Après le déplacement de l'ampoule :
A'A'' déplacement du fragment supérieur.
B'B'' déplacement du fragment inférieur.
Donc fragment inférieur plus profond que fragment supérieur.

postérieur. L'ombre du fragment inférieur se déplacera, en effet, plus que l'ombre du fragment supérieur, et viendra occuper alternativement, par rapport à ce dernier, les positions B' et B'', indiquant, par là même, qu'il est situé dans un plan vertical postérieur, c'est-à-dire qu'il est plus profond.

On voit donc que, dans les cas de fractures, la méthode générale du déplacement des ombres sera très souvent la seule technique utilisable, et en particulier lorsqu'il sera impossible

de palper ou de déplacer la région examinée; elle servira, sur un simple examen de face, en plus de la déviation latérale qui se voit de suite, à indiquer l'existence d'une déviation des fragments dans le sens antéro-postérieur, le chevauchement et la situation respective de ces fragments dans le plan antéro-postérieur.

Mais ce n'est pas tout, et le radiologiste doit chercher à pouvoir répondre à une question essentielle pour le chirurgien : celle de savoir jusqu'où remonte le foyer de fracture. A telle fracture, qui à première vue paraît être limitée à telle région, le tiers supérieur de l'humérus par exemple, peut très bien s'adjoindre une fracture longitudinale, avec déviation antéro-postérieure d'un fragment long et remontant jusqu'à la capsule articulaire elle-même, notion capitale pour l'intervention. Évidemment, la radiographie seule peut déceler, d'une façon à peu près certaine, jusqu'où remonte le trajet de cette fracture longitudinale; mais n'oublions pas que nous nous trouvons dans des circonstances où la radiographie est presque impossible. Force nous est donc de demander à la radioscopie de nous fournir, aussi approximativement que possible, ces renseignements de première importance, en faisant une lecture aussi minutieuse que possible des ombres, et de leurs déplacements, permettant ainsi de déceler l'existence d'un fragment postérieur juxta-articulaire. On pourra parfois, de la sorte, se rendre compte jusqu'où remonte le foyer de fracture, guidant ainsi une esquillectomie, posant même la notion du niveau d'une amputation d'urgence.

II. Applications au cours de l'intervention.

L'examen radioscopique du blessé une fois terminé, la question qui se pose est celle de l'extraction. Or, à ce sujet, nous sommes de ceux qui estiment qu'un accord aussi complet que possible doit s'établir entre le radiologiste et le chirurgien; de même que l'examen préalable du blessé devrait être fait en présence du chirurgien, de même ce dernier devrait toujours

opérer en collaboration avec le radiologiste. En somme, le chirurgien et le radiologiste devraient toujours agir de concert, « comme le pilote et l'observateur d'aéroplanes, depuis la découverte du projectile (qu'on peut comparer au départ) jusqu'à la fin de son extraction (qui est assimilable à l'atterrissage) ».

Or, ce contrôle, nous ne pourrions convenablement le remplir qu'en appliquant, au cours de l'extraction sous le contrôle des rayons X, les lois générales du déplacement des ombres, comme nous l'avons déjà fait pour l'examen du blessé. En sachant interpréter ces déplacements à leur juste valeur, nous pourrions guider sûrement le chirurgien et répondre à ces deux questions qui les résument toutes :

1° Suis je dans la bonne direction ?

2° Suis-je loin du projectile, au-dessus ou au dessous de lui, ou à son contact (1) ?

Le **vrai guidage**, comme nous allons le voir, doit permettre de répondre immédiatement et sûrement à ces deux questions :

Au moment où va commencer l'intervention, le blessé ayant été mis dans la position indiquée et choisie par le chirurgien, le radiologiste indique, au moyen de la pointe d'une longue sonde cannelée (ou autre instrument de ce genre), le point précis correspondant, sur la peau, au rayon normal passant par le projectile. Si le chirurgien, au cours de ses incisions successives, veut s'assurer s'il est demeuré dans la bonne voie, le radiologiste lui fournit instantanément ce renseignement; dès que le courant passe, il aperçoit sur son écran ou sur sa bonnette la projection du projectile; aussitôt il ferme le diaphragme, jusqu'à ce que la plaque lumineuse n'ait plus que les dimensions d'une pièce de 5 francs, l'ombre du projectile en occupant le centre. Il prie alors le chirurgien de déplacer lentement l'extrémité de sa pince à droite, à gauche, en avant, en arrière, jusqu'à ce que l'ombre de l'extrémité de la pince recouvre l'ombre du projectile; l'extrémité de la pince se trouve alors sur le trajet

(1) Th. Nogier, *Comment guider le chirurgien au cours d'une intervention sous le contrôle des rayons X?* (*Archives d'électricité médicale*, 1918, p. 369).

du rayon normal; le chirurgien est donc dans la bonne direction, puisqu'il lui suffit de se déplacer suivant cet axe pour trouver sûrement le corps étranger. Si, en outre, le chirurgien veut savoir s'il est loin du projectile, nous pourrons tout de suite lui répondre en mobilisant l'ampoule, après avoir ouvert le diaphragme d'environ 6 à 10 centimètres; un léger déplacement d'ampoule, exécuté à cet instant, provoquera un déplacement des deux ombres (fig. 17) A', B', et plus l'écart entre les

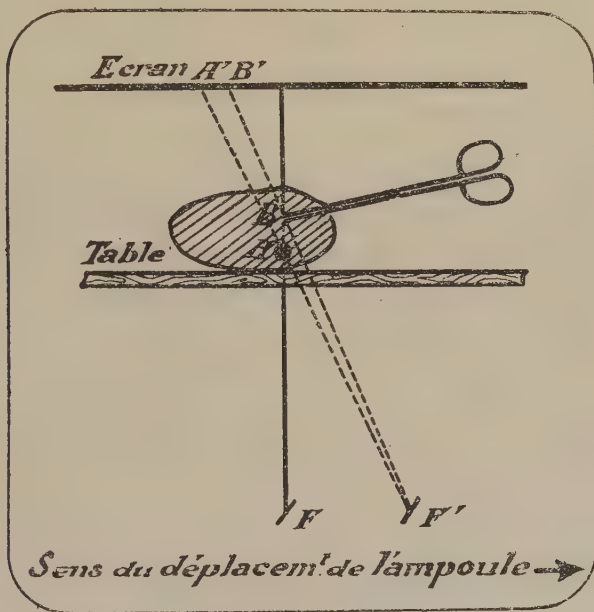


FIG. 17.

F : Avant le déplacement de l'ampoule : Le projectile A et la pointe de la pince B sont sur le même rayon normal.

F' : Après le déplacement : Dissociation des deux ombres : la pince n'est pas encore dans le même plan que le projectile mais au-dessus de lui.

deux ombres sera faible, plus l'instrument du chirurgien (pince) sera près d'atteindre son but : le projectile.

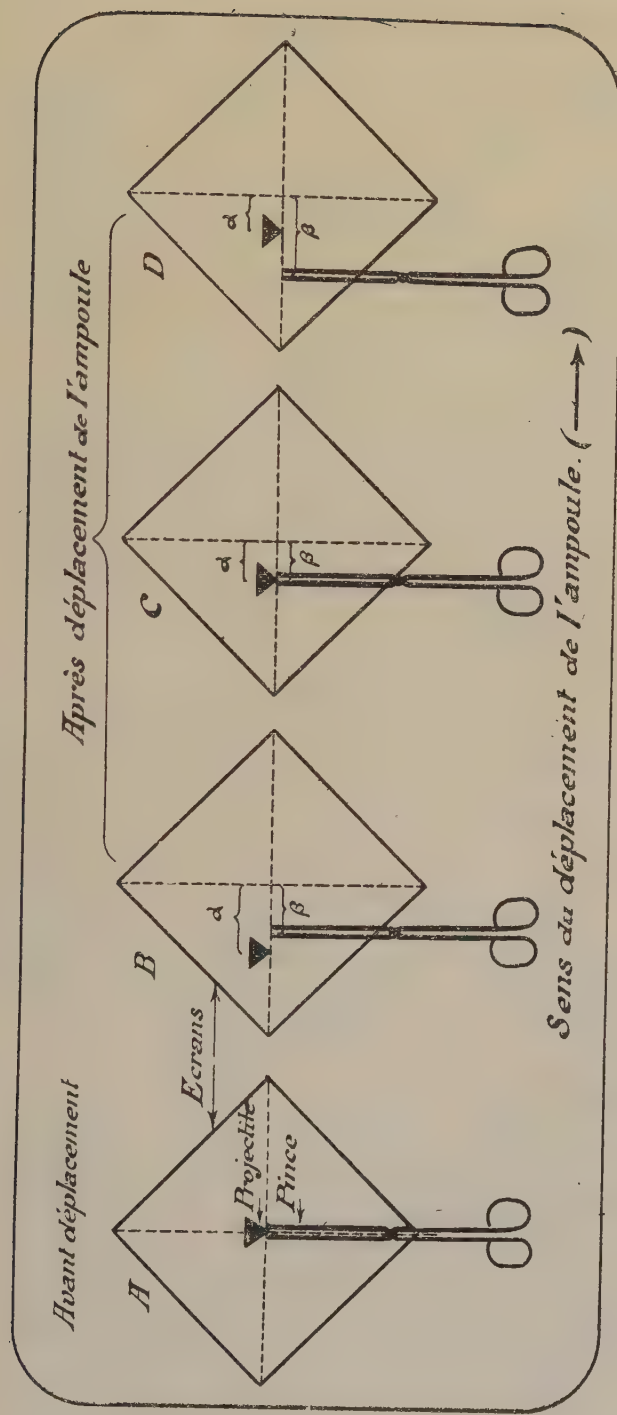
Et ainsi, par des alternances successives de radioscopies brèves, étroitement diaphragmées, et d'actes opératoires, il

arrivera un moment (fig. 18-C) où les ombres respectives du projectile et de la pointe de l'instrument resteront en contact, sans que les déplacements de l'ampoule puissent les dissocier; c'est que l'extrémité de la pince du chirurgien aura atteint le plan dans lequel se trouve le projectile et sera arrivée à son contact. Dès lors, il ne restera plus au chirurgien qu'à ouvrir délicatement sa pince pour la refermer sur le projectile et le saisir. Mais l'opération est beaucoup plus délicate qu'elle ne le semble à première vue, car le fait de desserrer la pince pour entr'ouvrir ses deux mors peut en faire déplacer l'extrémité de quelques millimètres, déplacement suffisant pour que le projectile puisse être manqué, surtout s'il est de faibles dimensions.

D'autre part, la pince étant ouverte et ses deux mors encadrant étroitement à droite et à gauche le projectile, il ne faut pas que le chirurgien la referme avant d'avoir demandé au radiologiste un dernier contrôle. Comme les schémas ci-contre l'indiquent, en effet (fig. 19-A, B, C, D), et comme l'expérience nous l'a d'ailleurs démontré plusieurs fois, l'extrémité de la pince peut être au voisinage du projectile, ses deux mors semblant l'enserrer étroitement de droite et de gauche, sans que pour cela le projectile soit saisi; c'est que les deux mors de la pince et le projectile ne sont pas tous les trois exactement dans le même plan, malgré toutes les apparences en faveur de cette affirmation avant que l'ampoule ne soit déplacée (fig. 19-A). Seul le déplacement de l'ampoule, en provoquant des déplacements d'ombres, pourra nous fixer d'une manière absolue, et nous ne pourrons dire au chirurgien « serrez » que lorsque nous nous serons une dernière fois assurés que le mors de gauche, le projectile et le mors de droite subissent des déplacements d'ombre strictement égaux et parallèles (fig. 19 D), c'est à-dire sont exactement dans le même plan.

Enfin, une fois la pince et le projectile saisis, *il faut bien se garder d'arracher, de retirer pince et projectile sans avoir, au préalable, allumé et regardé minutieusement dans la plaie*; il est de toute première importance, en effet, de voir s'il n'y a pas de débris de capote ou de tissus, des petits fragments métalli-

FIG. 18.

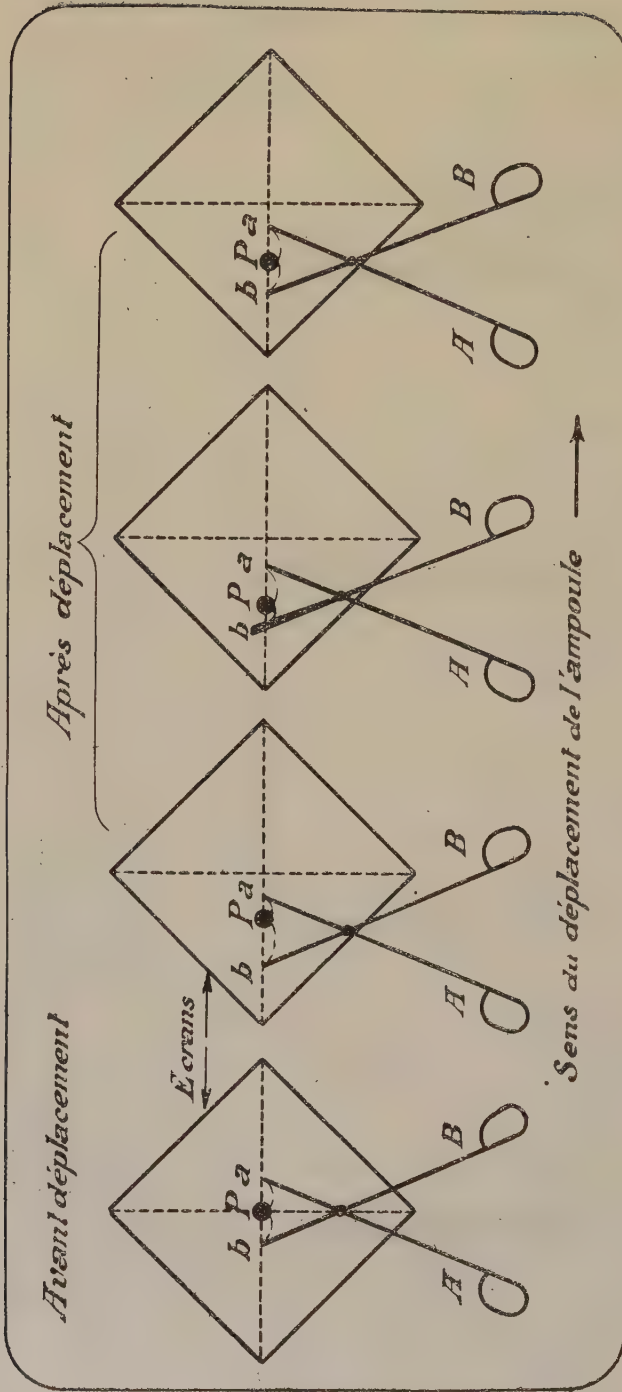


T. de L.

- A** Avant le déplacement : Position dans laquelle, après incision des tissus, le rayon normal donne la superposition des ombres du projectile et de l'extrémité de la pince.
- B** Après le déplacement : L'extrémité de la pince est au-dessus du projectile, l'ombre de ce dernier se déplaçant plus que l'ombre de la pince. $\alpha > \beta$.
- C** L'extrémité de la pince est au niveau et au contact du projectile. $\alpha = \beta$.
- D** L'extrémité de la pince est au-dessous du projectile. $\alpha < \beta$.

57

FIG. 19.



A

Avant le déplacement : Mise en position de la pince, ses deux mors *a* et *b* étant à égale distance du projectile $P : a P = b P$.

B

Après le déplacement : Les deux mors *a* et *b* de la pince sont dans le même plan horizontal, mais en avant du projectile *P*, ce dernier se déplaçant plus que la pince. Donc projectile plus profond que les deux branches de la pince.

C

La branche *a* et le projectile *P* sont dans le même plan puisque la distance *a P* n'a pas varié. Mais la branche *b* est plus profonde que *P* et *a*.

D

La branche *a*, le projectile *P* et la branche *b* sont exactement dans le même plan, puisque tous les trois se sont déplacés d'une égale quantité : $a P = b P$. On peut fermer la pince.

ques, adjoints ou accolés au projectile, qui resteraient dans la plaie (petites esquilles ou petites parcelles métalliques peu visibles à la radioscopie, mais visibles à l'œil nu). D'autre part, la pince, en se refermant sur le projectile, peut saisir des fragments musculaires, des vaisseaux, des filets nerveux dont l'arrachement provoquerait des troubles ; *donc, allumer et bien regarder ce que tient la pince*. L'arrachement du projectile sous radioscopie constitue une mauvaise technique qui doit être absolument proscrite.

Avantages du guidage par le déplacement des ombres. —

Si cette méthode de guidage nécessite, de la part du radiologiste, un entraînement suffisant pour lui permettre d'interpréter à sa juste valeur le déplacement d'ombres le plus minime, elle offre, par contre, de très sérieux avantages que ne présentent pas tous les procédés de guidage et, en particulier, les compas. A l'inverse de ces derniers, elle n'est nullement modifiée ni par l'attitude du blessé, ni par la résolution musculaire, ni par l'élasticité et la tonicité musculaires, ni par l'écartement des lèvres de la plaie, ni dans le cas de projectiles mobiles.

L'attitude, en effet, au moment de l'intervention à l'aide d'un compas, doit être rigoureusement celle qu'avait le blessé pendant les opérations radiologiques préalables ; or, même dans le décubitus dorsal ou ventral, il n'est pas toujours facile de retrouver cette identité d'attitude indispensable au succès. Avec la méthode du déplacement des ombres, il en est tout autrement : quelle que soit la position dans laquelle le chirurgien place son blessé, si même, au cours de l'intervention, il veut le déplacer pour changer de voie d'accès, nous pourrons, dans tous les cas, le guider dans la bonne direction, puisque, à n'importe quel moment, nous pouvons lui dire si la pointe de son instrument s'éloigne ou se rapproche du projectile, si elle est à sa droite ou à sa gauche, au-dessus ou au-dessous de lui, ou enfin dans le même plan que lui et à son contact, suivant que l'ombre de la pointe de son instrument se déplace d'une valeur inférieure, supérieure ou égale au déplacement de l'ombre du projectile.

De même, la résolution, l'élasticité, la tonicité musculaires ne sont-elles plus pour nous des causes d'erreur, puisqu'à la minute nous pouvons rectifier les changements de situation et de rapports que subissent, l'un par rapport à l'autre, le projectile et l'instrument de chirurgie.

Si, d'autre part, il plait au chirurgien d'écarter les lèvres de la plaie, cela ne nous dérangera nullement ; par un coup d'écran et un simple déplacement d'ampoule, nous le mettrons dans la bonne voie, si cette petite manœuvre l'en avait tant soit peu écarté.

En outre, dans le cas de projectile mobile ou fuyant sous le doigt du chirurgien, nous pourrons le suivre dans ses divers changements de situation et permettre au chirurgien, avec un peu de soin et de patience, d'arriver jusqu'à lui.

Enfin, cette méthode de guidage pourra être utilisée dans n'importe quel mode d'extraction :

Si le chirurgien opère à ciel ouvert ou à la lumière artificielle blanche, le radiologiste devra avoir recours au système de la « bonnette » ; grâce à l'écran fluorescent, qui constitue la paroi inférieure de la chambre noire formée par la bonnette, il pourra, chaque fois que le chirurgien le demandera, jeter un coup d'œil sur le champ opératoire et, par l'interprétation des déplacements des ombres qu'il provoquera en mobilisant l'ampoule, lui fournir tous renseignements utiles. Mais ce système, s'il a l'avantage d'être très élégant, a deux gros inconvénients : le premier, c'est que le chirurgien ne voit pas et ne peut pas suivre lui-même son projectile : il se trouve ainsi dans l'obligation de s'en remettre au radiologiste, question extrêmement délicate, puisqu'il faudrait admettre le renversement des rôles, caractérisé par ce fait que ce n'est plus l'opérateur, mais son aide, qui dirigerait l'intervention !

Le deuxième inconvénient, c'est qu'il est, pour ainsi dire, impossible d'immobiliser rigoureusement la bonnette. Or, pour bien juger les déplacements d'ombres sur un écran, il faut que ce dernier soit rigoureusement immobile. Lorsque la bonnette est fixée sur la tête, on ne peut l'immobiliser qu'en l'appuyant

sur le malade, c'est-à-dire, dans les opérations par voie verticale, sur le champ recouvrant la plaie opératoire. D'ailleurs, l'effort effectué pour mobiliser l'ampoule peut favoriser un mouvement de la tête, et par conséquent de la bonnette.

Si, au contraire, le chirurgien est partisan de l'intervention à la lumière rouge, afin de pouvoir surveiller par lui-même ce qui se passe sur l'écran, la tâche du radiologiste en sera allégée et rendue plus facile; l'intervention y gagnera d'être plus rapide, plus économique, moins aveugle. L'extraction des projectiles en lumière rouge, suivant la méthode du professeur Bergonié (1), sous le contrôle intermittent de l'écran, nous semble, en effet, constituer le type de la vraie collaboration radio chirurgicale (2); le chirurgien voit et suit lui-même le projectile et le radiologiste est là pour le guider, pour lui dire s'il est en avant ou en arrière, au-dessus ou au dessous du projectile, ou dans le même plan que ce dernier. Quant à l'objection qui semble mettre en doute la supériorité de la lumière rouge, pour permettre à la sensibilité rétinienne de passer, sans transition, de cet éclairage à celui de l'écran, nous nous contenterons d'affirmer deux faits, bien démontrés par l'expérience : le premier, c'est qu'on y voit suffisamment bien en lumière rouge pour opérer facilement : c'est une simple question d'intensité; le deuxième, c'est que, lorsqu'on supprime la lumière rouge, la vision des images radioscopiques est immédiate et très nette (3). Enfin, il est à noter que les risques inhérents à la méthode se trouvent réduits au minimum, en raison de la possibilité, pour le chirurgien et son aide, de garder constamment les mains en dehors de la zone irradiée qui, étroitement diaphragmée, reste, nous l'avons dit, aussi limitée que possible.

(1) Bergonié, *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, novembre 1915.

(2) Monod, *De l'extraction des projectiles en lumière rouge sous le contrôle intermittent de la radioscopie* (*Archives d'électricité médicale*, 1918, p. 82).

(3) Duvergey et Dufour, *De l'extraction des projectiles de guerre en lumière rouge* (*Archives d'électricité médicale*, 1918, p. 307).

De l'extraction proprement dite. — La question du guidage une fois bien établie, il nous reste à examiner rapidement celle de l'extraction proprement dite. Or, l'extraction d'un projectile peut se faire par deux voies : la voie verticale et la voie horizontale.

Extraction par la voie verticale. — Sur la première, qui a été longtemps en faveur auprès de la majorité des chirurgiens et des radiologistes, et que l'on trouve décrite en détail un peu partout, nous n'insisterons pas. Nous nous contenterons d'en rappeler sommairement la technique : le radiologiste donne la direction du rayon normal; le chirurgien incise sur le point indiqué par le radiologiste et progresse verticalement. Comme le disent Ombredanne et Ledoux-Lebard, le chirurgien ne doit avoir qu'un souci : « suivre le rayon perpendiculaire au plan de la table, rayon sur le trajet duquel le corps étranger se trouve, et dont le radiologiste a marqué, au début de l'opération, le point de sortie virtuel sur la peau, dans la position choisie. » Mais lorsque l'opérateur estimera que la pointe de son instrument est arrivée à proximité du projectile, il fera bien, comme nous le disions plus haut, de consulter le radiologiste avant de vouloir ouvrir sa pince pour le saisir; celui-ci, aussitôt, mobilisera l'ampoule et cherchera à voir si l'ombre du projectile se déplace d'une valeur inférieure, supérieure ou égale au déplacement de l'ombre de la pointe de l'instrument. Dans le premier cas, l'extrémité de l'instrument sera située plus profondément que le corps étranger; dans le second, elle sera, au contraire, au-dessus de lui; dans le troisième, elle sera sur le même plan, et alors seulement le chirurgien sera sûr de saisir le projectile. A ce propos, nous ne saurions passer sous silence le secours réellement précieux que nous avons, dans l'extraction par la voie verticale, retiré de l'emploi de la pince coudée de Wuylliamoz; à condition qu'elle soit maniée délicatement, entr'ouverte doucement au moment où son extrémité arrive au contact du projectile et retirée avec une égale douceur après que la lumière a été redonnée, afin d'éviter tout arrachement, cette pince n'occasionne aucun délabrement anatomique et est extrêmement

utile dans l'extraction des projectiles, surtout de faibles dimensions.

Pour conduire l'extrémité de la pince jusqu'au projectile, l'opérateur commencera par orienter la partie coudée suivant le rayon normal qui passe par le projectile, et lui fera suivre exactement ce rayon jusqu'à son contact. Des déplacements successifs de l'ampoule lui montreront s'il est dans la bonne direction et si l'extrémité de la pince est dans le même plan vertical que le projectile (fig. 20).

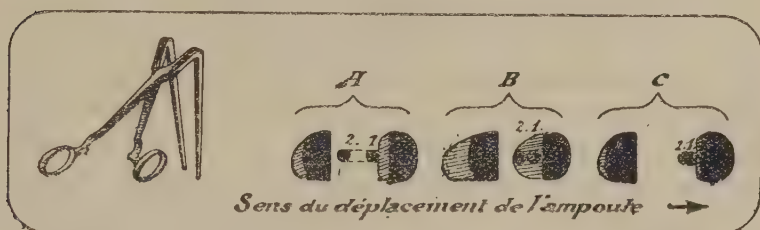


FIG. 20. — Pince de Wuylliamoz.

A	B	C
Le projectile se déplace plus que les branches : il est sous la pince. Donc enfoncer la pince.	Projectile très haut dans la pince dont la pointe se déplace plus que le projectile : il faut retirer la pince.	Projectile ne quittant pas la pointe de la pince, donc bien situé. — Fermer la pince, allumer, regarder, puis tirer.

Extraction par la voie horizontale. — Sans vouloir formuler la moindre critique sur l'extraction par la voie verticale, nous ferons simplement remarquer que, bien souvent, cette voie verticale est absolument impraticable : tels les cas où le projectile est situé entre l'omoplate et le gril costal, ou dans les régions du périnée, de la fosse ischio-rectale, ou encore du col du fémur, les blessés ne pouvant être maintenus dans les positions « excentriques » où il faudrait les mettre pour faire suivre à la voie d'accès le rayon normal.

La vérité, c'est que la voie verticale n'est pas toujours nécessaire et que, souvent, la voie horizontale est beaucoup plus facile, surtout quand le chirurgien est aidé par un radiologiste qui connaît les lois du déplacement des ombres et sait les appliquer. Et nous nous demandons comment des radiologistes aussi éminents qu'autorisés ont pu écrire que « toutes les fois que l'on ne peut pas suivre la verticale, c'est-à-dire quand la voie d'accès suit un trajet oblique par rapport au rayon normal anticathode-projectile-écran, l'extraction devient beaucoup plus difficile ». Que l'opérateur prétende que la voie horizontale ou latérale n'est pas la voie d'accès chirurgicale la plus indiquée, rien n'est plus naturel, puisque, en effet, elle n'est pas directement placée sous ses yeux. Or, cette objection n'est même plus à craindre de la part du chirurgien, car, dès les dernières années de la guerre (1917-1918), la majorité des chirurgiens cherchait à retirer le projectile en suivant le trajet qu'il avait créé dans les tissus, donc très souvent par voie oblique. Mais que le radiologiste prétende qu'il lui est plus difficile de diriger et de maintenir dans la bonne direction l'instrument du chirurgien par la voie horizontale que par la voie verticale, c'est avouer, par là même, qu'il ne connaît pas les lois générales et la méthode du déplacement des ombres. C'est, en effet, dans ce cas que cette méthode reprend toute son importance, puisqu'elle nous permet de surmonter les prétendues difficultés de l'extraction par la voie horizontale (1). En quelques mots, voici comment, dans les formations de l'avant, on pouvait procéder chaque fois qu'on avait à utiliser la voie latérale : « À l'arrivée du blessé, après un examen et une localisation approximative du ou des projectiles, le chirurgien, s'il le jugeait à propos, débridait largement la plaie, mettait à nu les détours sinueux et les clapiers du trajet, les nettoyait, en extrayait les débris vestimentaires, excisait les effilochages musculaires. Ces préliminaires opératoires une fois faits, on passait à l'extraction sous l'écran. Le blessé était placé

(1) Rabourdin, *Extraction des projectiles sous l'écran par la voie latérale* (Paris médical, 1918, p. 188).

sur la table radiologique, de telle sorte que la plaie fût située sur le côté; l'asepsie de la région était pratiquée, entourée de champs opératoires; enfin l'écran était fixé au-dessus du membre, à une hauteur de 5 centimètres environ, de façon que, si

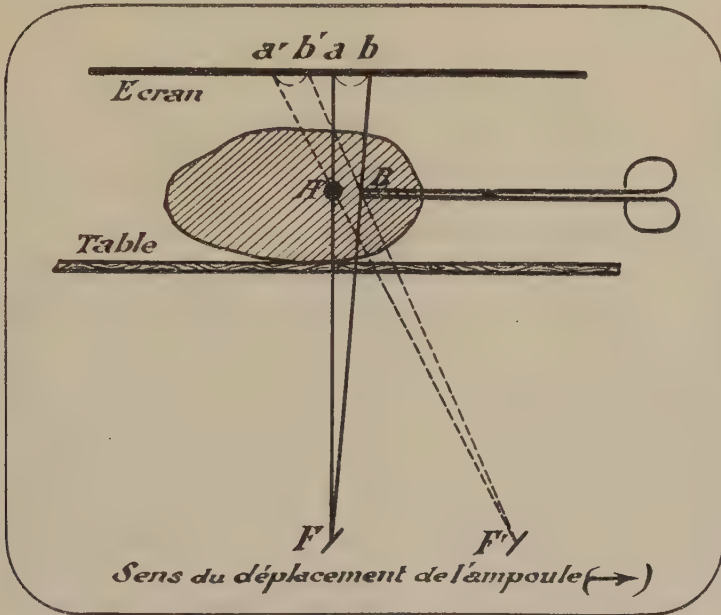


FIG. 21. — Extraction par la voie horizontale ou latérale.

La pince a été introduite latéralement; en déplaçant l'ampoule, on verra si l'ombre du projectile A et l'ombre de l'extrémité de la pince B se déplacent inégalement ou également. Quand le déplacement des deux ombres seront égaux, $ab = a'b'$, c'est que la pince sera dans le même plan horizontal que le projectile.

cela était nécessaire, les mains de l'opérateur puissent passer entre l'écran et le blessé.

« Nous déterminons tout d'abord le rayon normal passant par le projectile, puis nous ouvrons le diaphragme, de manière à offrir une surface éclairée de 7 à 8 centimètres de côté. L'opérateur introduit une longue pince dans le trajet, latéralement, en passant sous l'écran; l'œil suit la direction de la pointe et la main conduit la pince à quelques millimètres du projectile. Il devient alors nécessaire de déterminer le plan horizontal dans

lequel le projectile est situé; on l'obtient assez exactement en mobilisant latéralement l'ampoule et en provoquant ainsi des déplacements des ombres du projectile et de la pince; il ne reste plus qu'à interpréter ces déplacements d'ombres. La pince étant maintenue en regard du projectile, nous faisons exécuter un déplacement latéral de quelques centimètres à l'ampoule, et on constate alors que les deux images, celle du projectile et celle de l'extrémité de la pince, se déplacent inégalement ou, au contraire, d'une quantité égale et parallèle » (fig. 21).

En se reportant à la figure 18 (p. 57), il sera facile de voir que si le déplacement des deux ombres est inégal, c'est que l'extrémité de la pince et le projectile ne sont pas dans le même plan horizontal. « On exécute plusieurs fois de suite la manœuvre de l'ampoule, en même temps que la pince est déplacée, soit en haut, soit en bas, jusqu'à ce qu'on obtienne un déplacement égal et parallèle des deux images (fig. 21). Quand ce résultat est obtenu, on peut être assuré que l'extrémité de la pince se trouve dans le même plan horizontal que le projectile. Il suffit alors d'enfoncer la pince ou de dissocier avec elle les fibres musculaires pour rencontrer le contact métallique »; la pince, à ce moment, sera entr'ouverte, mais ne sera refermée sur le projectile que lorsque, comme nous l'avons déjà recommandé (p. 58 et fig. 19), on se sera une dernière fois assuré que les deux branches de la pince sont dans le même plan que le projectile.

CHAPITRE IV

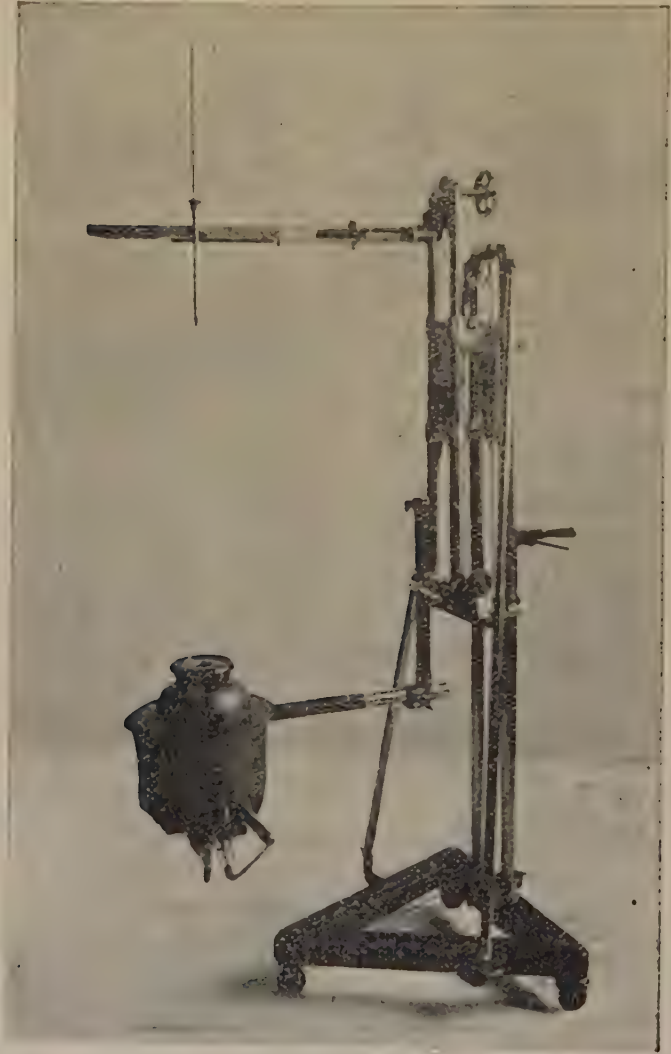
Radiostéréomètre de Baese.

Avant d'en terminer avec l'étude si féconde du déplacement des ombres appliquée à la radioscopie, nous voulons dire quelques mots d'un appareil qui, basé précisément sur le déplacement des ombres, se rattache, par ce fait même, à notre sujet. Il s'agit d'un appareil étranger, le radiostéréomètre de Baese, très répandu dans l'armée italienne, et sur lequel M. le professeur Bergonié a attiré l'attention dès février 1917 (1), le décrivant minutieusement et insistant sur sa simplicité, la commodité et la rapidité du repérage des projectiles, grâce à son principe.

Nous ne le décrirons donc pas, rappelant seulement ce principe : écran et ampoule solidaires et fixés aux extrémités d'un même diamètre et décrivant autour du cercle auquel appartient ce diamètre deux arcs égaux et opposés. Ce diamètre étant suivi par le rayon normal du tube, un projectile situé au centre de rotation du système donnera sur l'écran une ombre fixe quelle que soit la rotation. Si, au contraire, l'ombre du projectile se déplace dans le même sens que l'écran, c'est que le projectile est situé entre le centre de rotation et l'ampoule; et si l'ombre se déplace en sens contraire de l'écran, c'est que le projectile est au delà du centre par rapport à l'ampoule, c'est-à-dire entre

(1) Bergonié, *Le radiostéréomètre de Baese* (*Archives d'électricité médicale*, février 1917).

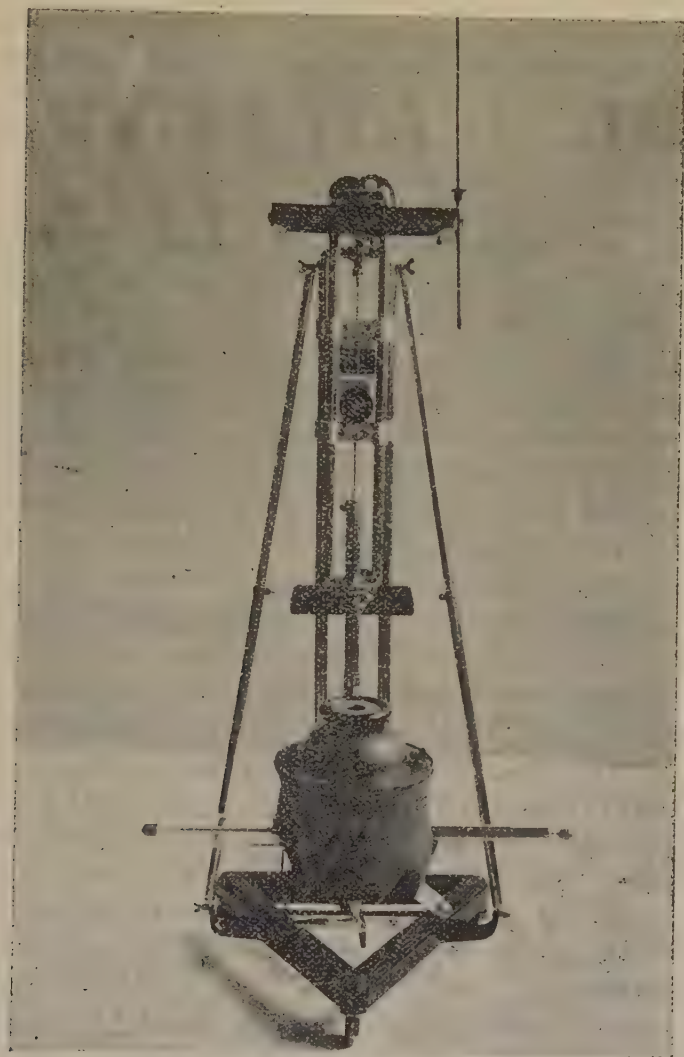
le centre et l'écran. Il suffira donc d'amener ce centre de rotation à coïncider avec le corps étranger, pour que celui-ci soit



Appareil de Baese photographié de profil.

centimétriquement repéré, les mesures se faisant avec la plus grande rapidité, grâce à la tige graduée de l'appareil.

On voit, dès lors, l'énorme avantage que l'on peut retirer de l'utilisation de cet appareil, notamment lorsqu'on a à examiner



Appareil de Baese photographié de face.

de grands blessés non mobilisables; en fait, c'est l'examen de profil devenu inutile, l'oscillation du tube remplaçant avanta-

geusement la mobilisation du blessé ou du membre examiné. En effet, le blessé étant placé dans la position la plus commode pour lui, couché sur le dos par exemple, l'emploi du radiostéréomètre de Baese permet tout d'abord la radioscopie ordinaire de face, incidence antéro-postérieure par la mise du système en position verticale, puis, surtout, grâce aux déplacements du système autour de son centre de rotation, la radioscopie sous deux incidences perpendiculaires.

Mode d'emploi. — Supposons que nous ayons à examiner un grand fracturé. Voici comment, sans imposer le moindre mouvement au malade, nous pourrions arriver à obtenir (1) tous les renseignements utiles :

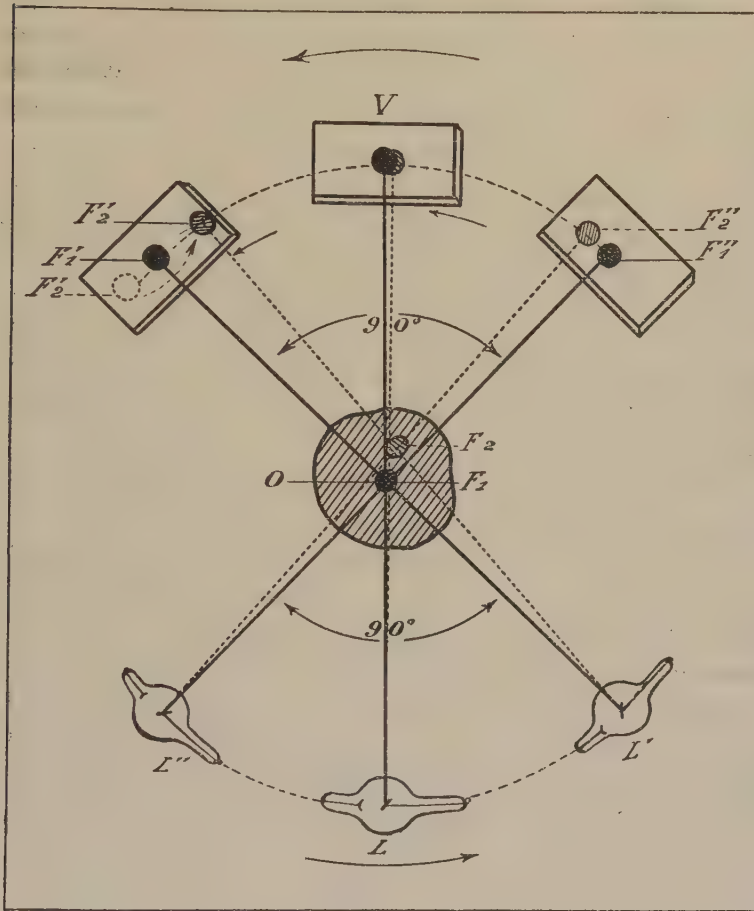
1° Le système étant placé verticalement, l'examen radioscopique suivant cet axe nous renseigne déjà comme s'il était fait avec un autre appareil sur le déplacement latéral des fragments ;

2° Voulons-nous, toujours sans bouger le blessé, faire un examen radioscopique sous deux incidences perpendiculaires ? Grâce au principe de l'appareil, nous utilisons toujours le rayon normal que nous plaçons, par rapport à la verticale, en deux positions obliques, mais perpendiculaires entre elles. La rotation maxima du système étant de 45 degrés de chaque côté de la verticale, il nous suffira d'amener successivement le tube en ses deux positions extrêmes, L' et L' de notre schéma ci-contre, pour pouvoir procéder à la radioscopie sous les deux incidences perpendiculaires L' F''₁ et L' F'₁. L'examen sera en même temps possible sous toutes les incidences comprises dans l'angle de 90 degrés décrit par l'appareil, permettant ainsi de pouvoir trouver dans quel sens exact s'est fait le déplacement maximum des fragments, plan qui n'est point forcément l'antéro-postérieur ou l'interne-externe.

« Passant d'une position extrême du tube L' à l'autre L', nous verrons sur l'écran les ombres des fragments se déplacer. Pour L', F''₂ était à gauche de F''₁ ; à mesure que le tube se

(1) A. Paris, *Le contrôle radiologique des fractures de guerre*, thèse de Bordeaux, 1919.

déplace de droite à gauche, l'ombre F''_2 se rapproche de F''_1 , pour venir se superposer à elle en une position qui, sur notre schéma, est voisine de la verticale L. V.; puis les deux ombres



Déplacement des ombres pendant l'examen d'une fracture par l'oscillation du tube, entre deux incidences perpendiculaires $L''F'_1$, et $L'F'_1$, autour du centre O coïncidant avec F_1 .

s'écartent de nouveau, et pour L' , nous avons F'_2 à droite de F'_1 . Par cette rotation du système, nous arrivons donc à dissocier les deux ombres, tout comme si c'était le membre qui avait

tourné sur son axe; nous voyons donc s'il y a chevauchement et en quel sens;

» 3° Nous reportant à notre schéma, supposons que nous avons amené notre centre de rotation du système O à coïncider avec l'extrémité de l'un des fragments F_1 , et produisons l'oscillation du tube. Nous voyons que l'ombre de F_1 reste fixe sur notre écran, F''_1 et F'_1 occupant sur lui toujours la même place; au contraire, tandis que le tube passe de L'' en L' , F''_2 est venu en F'_2 , d'un bord à l'autre de l'écran, se déplaçant en sens inverse de celui-ci parce que F_2 se trouve au-dessus du centre de rotation, par conséquent au-dessus du premier fragment. Au contraire, si ce fragment avait été au-dessous du premier, son ombre se serait déplacée dans le même sens que l'écran. S'ils avaient été sur le même plan, les deux ombres seraient restées fixes. Voici donc le renseignement capital trouvé : chevauchement et tel fragment en avant ;

» 4° Enfin, si nous voulons des données plus précises, nous n'avons qu'à mesurer à l'aide de la tige graduée et de sa châtinette la distance à la peau de l'extrémité du premier fragment; puis nous amènerons le centre de rotation à coïncider avec l'extrémité du second fragment et le repérerons de la même façon; une simple soustraction nous permettra de conclure que ce dernier est à tant de centimètres en avant ou en arrière de l'autre. Tout ceci en moins de temps qu'il n'en faut pour le décrire, chaque repérage ne demandant, pour un observateur exercé, que quarante à cinquante secondes. »

CONCLUSIONS

Par l'exposé de cette étude et de ses résultats, on voit combien la méthode du déplacement des ombres sera utile à qui-conque saura vraiment s'en servir et en comprendre la portée générale, non seulement dans la zone de l'avant, mais aussi dans la pratique courante de l'après-guerre.

Que conclure, sinon que *la méthode générale du déplacement des ombres doit être à la base de toute éducation radiologique*, puisqu'elle se signale à nous par les qualités suivantes :

1° Rapidité d'installation. — Elle n'exige, en effet, aucune installation compliquée, ni un outillage spécial, mais simplement que l'ampoule puisse être *mobilisée sans effort en tous sens, parallèlement au plan de la table*, condition qui peut être réalisée dans toutes les installations radiologiques, même les plus sommaires;

2° Rapidité des examens. — Aucune opération de calculs n'étant nécessaire, mais tout se passant visuellement, quelques minutes suffisent pour faire l'examen complet d'un blessé. Cette rapidité d'exécution constitue un facteur important, surtout quand il y a subitement affluence de grands blessés, et que parmi eux il faut savoir quel est celui dont l'état nécessite qu'il soit opéré immédiatement et avant tous les autres. En outre, en allégeant la tâche du radiologiste, elle permet à ce dernier de « durer » plus longtemps et de fournir un meilleur rendement;

3° Méthode idéale pour l'examen des grands blessés. — Cette méthode étant absolument indispensable dans les examens

qui ne peuvent être faits *que sur seule vue de face*, est réellement la méthode idéale pour les examens radioscopiques des grands blessés. Dans la grande majorité des cas, en effet, il est toujours difficile, souvent impossible, de mobiliser ces grands blessés, circonstance qui met le radiologiste dans la nécessité de pratiquer son examen en se basant uniquement sur la vue antérieure. Cette difficulté sera aisément surmontée si l'on connaît et si l'on sait appliquer la méthode générale du déplacement des ombres;

4° Abondance et suffisance des renseignements qu'elle fournit. — Le radiologiste pourra, en quelques instants, fixer le chirurgien sur le nombre des projectiles ou des fragments osseux, leur volume, leur siège, leur localisation anatomique et centimétrique approximatives et leur importance chirurgicale. Des centaines de méthodes mathématiques ont été proposées, toutes reposant exclusivement sur des chiffres qui, s'ils fixent l'esprit du chirurgien, ne lui donnent pas une localisation anatomique; or, parmi toutes ces méthodes, il n'y en a pas une qui soit une méthode générale donnant à la fois une localisation centimétrique et une localisation anatomique. Celle-ci a l'avantage d'être logique, rationnelle, et de fournir simultanément ces deux ordres de renseignements qui se complètent naturellement;

5° Méthode de choix au cours de l'intervention chirurgicale. — Cette méthode; *en permettant l'extraction par la voie horizontale aussi bien que par la voie verticale*, devient la méthode de choix au cours de l'intervention;

6° Applications illimitées. — Enfin cette méthode, *par le fait même qu'elle est une méthode générale*, tout comme le sont les lois physiques qui la régissent, *doit sortir du cadre restreint* que lui a créé la guerre *et trouver dans la pratique radiologique courante une mine inépuisable d'applications.*

Que ce soit pour placer dans leur vrai plan anatomique un

abcès pulmonaire ou des brides pleurales; que ce soit pour dissocier une zone obscure de congestion d'une bride de pleurésie sèche ancienne; que ce soit pour localiser des ganglions calcifiés; que ce soit pour reconnaître, au cours d'un lavement baryté ou d'un examen bismuthé, les anses intestinales superficielles des anses profondes, etc., etc., *dans toute radioscopie les lois générales du déplacement des ombres pourront trouver leur application.*

En somme, la méthode du déplacement des ombres est une méthode générale susceptible de rendre de grands services au cours de tout examen radiologique, mais exigeant, de la part du radiologiste, deux conditions essentielles : la connaissance parfaite de son anatomie, en particulier de son anatomie topographique; et un entraînement constant qui le familiarisera avec cette méthode générale, au point qu'il pourra l'appliquer d'une façon automatique et presque inconsciente, c'est-à-dire lui permettra d'arriver, non pas jusqu'au sens stéréoscopique, mais du moins jusqu'à une certaine notion de relief.

Vu : *Le Doyen,*

C. SIGALAS.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président de la thèse,

BERGONIÉ.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 18 juin 1921.

Le Recteur de l'Académie,

R. THAMIN.

BIBLIOGRAPHIE

OMBREDANNE et LEDOUX-LEBARD. — Localisation et extraction des projectiles, 1918.

— L'extraction des projectiles sous le contrôle intermittent de l'écran. *Bulletins et mémoires de la Société de chirurgie*, 9 novembre 1915.

BUGUET et GASCARD. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1896.

MACKENZIE et DAVIDSON. — A method of precise localisation and measurement by mean of the Röntgen rays. *Lancet*, octobre 1898.

TUFFIER et HARET. — 1905. Cités par Delherm et Rousset. Le repérage des projectiles, 1918.

HARET et SCHLESSINGER. — Un dispositif très simple pour la localisation des projectiles par la radioscopie. *Presse médicale*, 24 décembre 1914.

JAUGEAS. — Localisation précise des projectiles par la radioscopie. *Presse médicale*, 24 décembre 1914.

DELHERM et ROUSSET. — Le repérage des projectiles, 1918.

ROBINEAU. — Sur la localisation des projectiles de guerre. Comptes rendus de la Société de chirurgie, 17 août 1915.

DUVAL. — Comptes rendus de la Société de chirurgie, 10 novembre 1915.

NOGIER (Th.). — Localisation et extraction des projectiles de guerre, 1918.

— Comment guider le chirurgien au cours d'une intervention sous le contrôle des rayons X? *Archives d'électricité médicale*, 1918.

- MONOD. — De l'extraction des projectiles en lumière rouge et sous le contrôle intermittent de la radioscopie. *Archives d'électricité médicale*, 1918.
- BERGONIÉ. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, novembre 1915.
- Le radiostéréomètre de Baese. *Archives d'électricité médicale*, février 1917.
- RABOURDIN. — Extraction des projectiles sous l'écran par la voie latérale. *Paris médical*, 2 mars 1918.
- PARIS (A.). — Le contrôle radiologique des fractures de guerre. Thèse de Bordeaux, 1919.
- DUVERGEY et DUFOUR. — De l'extraction des projectiles de guerre en lumière rouge sous le contrôle radioscopique (296 observations). *Bulletin de la réunion médico-chirurgicale de la 7^e région*, 15 juillet 1918.
- De l'extraction des projectiles de guerre en lumière rouge sous le contrôle radioscopique (367 observations). *Archives d'électricité médicale*, août 1918.
- La rotation de l'ampoule appliquée aux extractions de projectiles sous contrôle radioscopique. *Archives d'électricité médicale*, mai 1919.
- DUFOUR (P.). — Deux applications de la rotation de l'ampoule. Réduction des fractures sous contrôle radioscopique. Étude des pleurésies interlobaires. *Archives d'électricité médicale*, décembre 1919.
- CASE (James-T.). — Développement de la localisation des corps étrangers par les rayons X. Histoire succincte et bibliographie. *Archives d'électricité médicale*, janvier 1919.
- MAZÉRÈS (G.). — Sur une loi de radioscopie. *Archives d'électricité médicale*, mars 1919.
- Extraction des corps étrangers sous l'écran radioscopique. Méthode des ombres liées. *Archives d'électricité médicale*, novembre 1919.
- MÉNARD (M.). — Localisation des projectiles et examen des blessés par les rayons X. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLX, 1^{er} février 1915.

- FOVEAU DE COURMELLES. — Détermination de la position des projectiles dans le corps humain par la radioscopie. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLX, 18 janvier 1915.
- HERNAMAN-JOHSON (F.). — *Arch. of the Röntgen Ray*, décembre 1914 et janvier 1915.
- MORIN. — Sur la recherche des projectiles. *Archives d'électricité médicale*, mai 1915.
- ZIMMERN. — Résultats obtenus par le procédé de repérage anatomique des projectiles. *Presse médicale*, 30 août 1915.
- BRIN (Henri). — De l'extraction des projectiles sous le contrôle intermittent de la radiologie. *Bulletins et mémoires de la Société de chirurgie*, 1^{er} février 1916.
- GUYENOT. — Un nouveau procédé de localisation radioscopique des projectiles en chirurgie de guerre. *Archives d'électricité médicale*, juin 1916.
- PIERRE (P.). — Procédé radioscopique pour déterminer la situation d'un projectile dans les tissus, en direction et en profondeur. *Bulletins de l'Académie de Médecine*, 23 octobre 1915.
- GARGAM DE MONCETZ. — Localisation précise et rapide des projectiles par la radioscopie. *Archives d'électricité médicale*, 23 septembre 1916.
- DAUSSET. — Note de pratique radiologique aux armées. *Archives d'électricité médicale*, novembre 1917.
- PAVESI (Carlo-Mario) (de Pavie). — Localisation des projectiles de guerre dans les tissus. *Archives d'électricité médicale*, juillet 1917.
- BOUCHACOURT. — Méthode d'extraction des projectiles basée sur le contrôle radioscopique de leur situation exacte pendant tous les temps de l'acte opératoire. Communication à l'Académie de Médecine, 3 août 1915.
- DESJARDIN et AUBOURG. — Extraction rapide des corps étrangers, après localisation par la nouvelle méthode radioscopique du docteur Haret. Communication à l'Académie de Médecine, 29 décembre 1914.
- P. MAUCLAIRE et L. BOUCHACOURT. — Radioscopie chirurgicale, 1921.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER. — Aperçu historique	11
CHAPITRE II. — Description de l'étude du déplacement des ombres. —	
Expériences pratiques. — Lois générales qui en découlent	16
A. Première expérience : il y a un seul corps opaque.....	17
B. Deuxième expérience : il y a deux corps opaques.....	20
C. Troisième expérience : il y a trois corps opaques.	24
D. Quatrième expérience : il y a un nombre indéterminé de corps opaques	27
E. Énoncé des lois générales du déplacement des ombres.....	27
CHAPITRE III. — Applications des lois générales du déplacement des ombres à l'examen radioscopique des grands blessés dans les for- mations de l'avant	30
A. APPLICATIONS PRÉOPÉRATOIRES.....	30
Matériel nécessaire.....	31
I. <i>Cas de blessures par projectiles</i>	31
1° Nombre et volume des projectiles	31
2° Localisation anatomique.....	33
3° Localisation centimétrique.....	41
II. <i>Cas de fractures</i>	50
B. APPLICATIONS AU COURS DE L'INTERVENTION.....	53
I. <i>Du guidage par le déplacement des ombres et de ses avan- tages</i>	54
II. <i>De l'extraction proprement dite</i>	62
1° Par la voie verticale.....	62
2° Par la voie horizontale ou latérale.....	63
CHAPITRE IV. — Radiostéréomètre de Baese	67
CONCLUSIONS.....	73
BIBLIOGRAPHIE.....	76

